

Die Pflanzenwelt

Otto Warburg

17 —

Die Pflanzenwelt.

Erster Band.

Allgemeine Naturkunde.

Brehms Tierleben.

Vierte, neubearbeitete Auflage. Unter Mitarbeit von Prof. Dr. Ludw. Heck, Prof. Dr. R. Heymons, Prof. Dr. W. Marshall, Dr. O. Steche und Prof. Dr. Fr. Werner herausgegeben von Prof. Dr. O. zur Strassen. 13 Bände. Mit über 2000 Abbildungen im Text und auf mehr als 500 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt sowie 13 Karten.

Der Mensch.

Von Prof. Dr. Johannes Ranke. Dritte Auflage. 2 Bände. Mit 695 Abbildungen im Text (1714 Einzeldarstellungen), 7 Karten und 64 Tafeln in Farbendruck, Holzschnitt und Tonätzung.

Völkerkunde.

Von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. Zweite Auflage. 2 Bände. Mit 1103 Abbildungen im Text, 6 Karten und 56 Tafeln in Farbendruck und Holzschnitt.

Die Pflanzenwelt.

Von Prof. Dr. Otto Warburg. 3 Bände. Mit mehr als 900 Abbildungen im Text und über 80 Tafeln in Farbendruck und Ätzung.

Pflanzenleben.

Von Prof. Dr. Anton Kerner von Marilaun. Zweite Auflage. 2 Bände. Mit 448 Textbildern (mehr als 2100 Einzeldarstellungen), 1 Karte und 64 Tafeln in Farbendruck und Holzschnitt.

Erdgeschichte.

Von Prof. Dr. M. Neumayr. Zweite, von Prof. Dr. V. Uhlig bearbeitete Auflage. 2 Bände. Mit 873 Abbildungen im Text, 4 Karten und 34 Tafeln in Farbendruck und Holzschnitt.

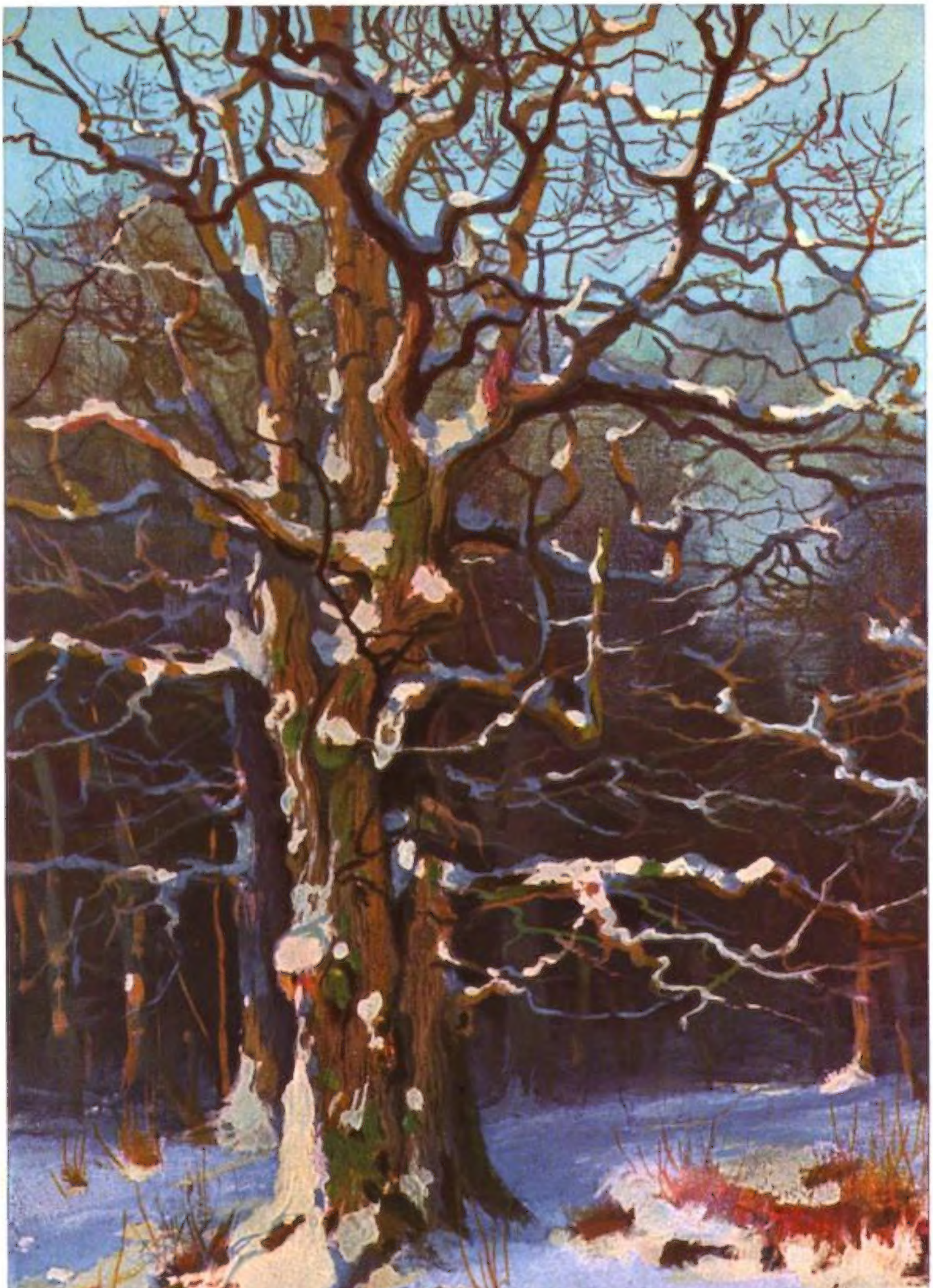
Das Weltgebäude.

Eine gemeinverständliche Himmelskunde. Von Dr. M. Wilh. Meyer. Zweite Auflage. Mit 291 Abbildungen im Text, 9 Karten und 34 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Die Naturkräfte.

Ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen. Von Dr. M. Wilh. Meyer. Mit 474 Abbildungen im Text und 29 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Leipzig und Wien.
Bibliographisches Institut.



Deutsche Eichen im Winter.

Die Pflanzenwelt.

Von

Prof. Dr. Otto Warburg.

Erster Band:

Protophyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen.

Mit 9 farbigen Tafeln, 22 meist doppelseitigen schwarzen Tafeln und 216 Textfiguren von H. Busse, H. Eichhorn, M. Gürke und anderen.

Leipzig und Wien.
Bibliographisches Institut.
1913.



Deutsche Eichen im Winter.

Die Pflanzenwelt.

Von

Prof. Dr. Otto Warburg.

Erster Band:

Protophyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen.

Mit 9 farbigen Tafeln, 22 meist doppelseitigen schwarzen Tafeln und 216 Textfiguren von H. Busse, H. Eichhorn, M. Gürke und anderen.

Leipzig und Wien.
Bibliographisches Institut.
1913.

Vorwort.

> Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern;
> Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.
>
> (Goethe.)

In der sogenannten speziellen Botanik, welche Gegenstand dieses Buches ist, spürt man den Geschicken und der Entwickelung der einzelnen Pflanzenarten nach, sucht die Bedeutung derselben für das Pflanzenkleid der Erde sowie für den Menschen zu ergründen und Ordnung in die unermeßliche Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt zu bringen. Man bezeichnet deshalb diese Disziplin als Systematik, ohne daß dieses Wort der Weite der Aufgaben dieser Wissenschaft gerecht würde. Die Einfügung in ein System ist nicht mehr Selbstzweck, sondern nur noch ein Mittel, um die Fülle der Erscheinungen sichten und registrieren zu können, und nur in diesem Sinne haben z. B. die alten sogenannten künstlichen Systeme, wie das aus pädagogischen Gründen in der Schule noch jetzt angewendete System von Linné, eine Bedeutung. Das natürliche System hingegen, an dessen Vervollkommnung noch immer gearbeitet wird, ist sehr viel mehr als eine Registratur; denn es soll ein Abbild der natürlichen Entwickelung der Pflanzenwelt sein, also eine Darstellung der Endglieder eines großen Stammbaumes, nach den Verwandtschaftsgraden geordnet. Daß es nicht gelingen kann, aus den einzig erhaltenen Spitzen der Äste eines weitverzweigten Baumes einen sicheren Überblick über seine ganze Gestalt und Verzweigung zu erlangen, ist klar; viele Äste sind abgestorben und abgefallen, von anderen sind lediglich — in spärlichen Abdrücken oder versteinert — schwache Reste erhalten, aber immerhin ist es schon jetzt der langjährigen Forschung gelungen, ein im großen ganzen annehmbares Bild dieses vielverzweigten Stammbaumes der Pflanzenwelt zu rekonstruieren, und manche Lücke wird sich wohl noch in Zukunft ausfüllen lassen. Das Pflanzenreich ist ein Weltsystem im Kleinen, dessen Bestandteile auf eine gemeinsame Vergangenheit zurückblicken, nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlende Entwickelungsstufen durchgemacht haben und einem teilweise schon jetzt übersehbaren, je nach Anpassung und Umwelt verschiedenen Geschick entgegeneilen. Aber auch jede Pflanzengattung, jede Pflanzenart ist ein Mikrokosmos für sich, der

in labilen Beziehungen zu den übrigen steht und sich in seinen Kreisen der großen Interessensphäre des Menschen immer mehr anschmiegt und anpaßt. Das Studium dieser Verhältnisse und Beziehungen ist eine der reizvollsten Aufgaben der Botanik, und es ist kein Wunder, daß sich zahlreiche Forscher damit befassen.

Eine Pflanzenkunde für jedermann, die in systematischer Anordnung die gesamte Pflanzenwelt der Erde behandelt, braucht daher nicht „trocken" zu sein, denn sie ist ein Versuch, die Pflanzenwelt als ein historisch gewordenes und werdendes Ganze zu schildern und sie unserem Verständnis näherzuführen.

Besondere Berücksichtigung ist in diesem Buche einerseits den für Handel und Kultur in Betracht kommenden überseeischen oder fremdländischen Gewächsen, anderseits den Vertretern unserer deutschen Flora zuteil geworden. An der Hervorhebung der wichtigsten Arten und ihrer Bedeutung für den Menschen sowie ihrer Verwendung in der Technik, Industrie, Medizin usw. ließen wir es nirgends fehlen. Wir wollten ein praktisches und populäres Nachschlagewerk schaffen, welches dem Leser die Fragen, die im Alltagsleben wie in der freien Natur hundertfältig an ihn herantreten, genau zu beantworten vermag. Ein Lehrton sollte hierbei möglichst vermieden werden; nur die zum Verständnis durchaus nötigen Begriffe wurden in kurzen Worten erklärt. Im übrigen kann das reiche Bildermaterial, bei dessen Herstellung vortreffliche Kräfte mitwirkten, als Ersatz dienen. Alle schwarzen Zeichnungen, bei denen der Urheber nicht genannt ist, stammen von der geschickten Hand H. Eichhorns.

Der vorliegende erste Band behandelt die Protophyten oder Urpflanzen (Spalt- und Schleimpflanzen), die Thallophyten oder Lagerpflanzen (Algen- und Pilzpflanzen), die Archegoniophyten oder Archegonienpflanzen (moos- und farnartige Pflanzen), die Gymnospermen oder nacktsamigen Pflanzen (besonders die Zykadazeen und Koniferen) sowie von den Angiospermen oder bedecktsamigen Pflanzen einen Teil der Dikotyledonen, nämlich die Achlamydeen, die Monochlamydeen und die Heterochlamydeen. Der zweite Band wird die Dikotyledonen fortsetzen, der dritte Band wird sie beenden und die Monokotyledonen bringen.

Berlin, 1. Februar 1913.

Prof. Dr. O. Warburg.

Inhalts-Übersicht.

Verzeichnis der Abbildungen.

Farbige Tafeln.

Schwarze Tafeln.

Abbildungen im Text.

Einleitung.

1. Die Grenzen zwischen Pflanzen- und Tierreich.

(Taf. 1.)

So einfach es zu sein scheint, Tiere und Pflanzen voneinander zu unterscheiden, da man im gewöhnlichen Leben kaum auf Organismen stößt, die in dieser Hinsicht Schwierigkeiten bereiten, so unsicher werden die Grenzen, wenn man auf die meist mikroskopisch kleinen, niederen Formen beider Reiche zurückgreift.

Über die Stellung der Wirbeltiere, Weichtiere und auch Gliedertiere im Tierreich kann ein Bedenken ebensowenig aufkommen wie über die der Samenpflanzen unter den Gewächsen, und auch die Zugehörigkeit der Würmer und Sterntiere zum Tierreich ist über jeden Zweifel erhaben, wenn auch die zu den ersteren gehörenden Moostierchen (Bryozoen) äußerlich etwas an Pflanzen erinnern mögen. Dagegen hat die Stellung der Pflanzentiere oder Zoophyten, zu denen die Schwämme, Korallentiere und Quallenpolypen gehören, in früheren Zeiten ernste Schwierigkeiten gemacht, und namentlich die Korallentiere wurden von Aristoteles als Organismen angesehen, die eine Mittelstellung zwischen Tieren und Pflanzen einnehmen. Später hielt man sie, wie auch die Schwämme, für wirkliche Pflanzen, ein Irrtum, der für die Korallen Ende des 18., für die Schwämme sogar erst spät im 19. Jahrhundert dauernd berichtigt werden konnte.

Hingegen sind für den ersten Stamm des Tierreiches, die sogenannten Urtiere oder Protozoen, zu denen die Klassen der Infusorien, Geißeltierchen, Sporentierchen und Sarkodetierchen gehören, die Akten betreffs der Zugehörigkeit ebensowenig geschlossen wie bezüglich der sogenannten Urpflanzen oder Protophyten und der untersten Klassen der Algen. Der Grund dieser Unsicherheit ist der, daß es scharfe und allgemeingültige Unterscheidungsmerkmale der tierischen und pflanzlichen Organismen nicht gibt. Beide haben sich zweifellos aus denselben einfachen Wesen entwickelt, wenn auch in verschiedener Richtung. Von diesen Urwesen sind aber zahlreiche Stämme oder vielleicht besser gesagt Stammreste übriggeblieben, die man nicht mit Sicherheit dem Tier- oder Pflanzenreich einzuordnen vermag.

Man hat deshalb, unter Führung von Haeckel, den Versuch gemacht, neben dem Tier- und Pflanzenreich als drittes das Reich der Protisten aufzustellen, dem die Urtiere und die Urpflanzen einzuverleiben sein würden. Es würde dieses Protistenreich also eine Art Wurzelstock darstellen, aus dem neben kleineren Sprossen als zwei große Schößlinge die beiden anderen Reiche hervorsprießend zu denken sind. Die Idee hat sehr viel für sich, in praktischer Hinsicht entstehen aber wieder neue und noch größere Schwierigkeiten, da es sehr mühsam sein wird, das Reich der Protisten gegen die anderen beiden Reiche abzugrenzen. Wir würden nämlich statt eines zwei schwierige Grenzgebiete haben und tun daher gut,

bei den alten Grenzen zu verbleiben. Durchgreifende Unterschiede allgemeiner Natur gibt es, wie gesagt, nicht zwischen den beiden Reichen, demnach auch nicht zwischen den drei, falls man ein Protistenreich dazwischenschiebt.

Am häufigsten hört man, daß die Tiere sich von den Pflanzen durch Empfindung und aktive Bewegungsfähigkeit unterscheiden; Linné schrieb den Tieren sogar Gefühl zu, hielt sie also im Besitz einer bewußten Empfindung; dies gilt aber nur für die höheren Tiere, wenigstens läßt es sich nur für sie erweisen. Empfindung und Bewegung schlechthin sind dagegen eine allgemeine Eigenschaft des lebenden Protoplasmas, d. h. der Grundsubstanz alles Lebendigen, und zeigen sich äußerlich nur in verschiedener Stärke und Form. Gerade die niedrigsten Pflanzen sind, wie die niedrigsten Tiere, häufig durch eine sehr sichtbare Empfindlichkeit und Beweglichkeit ausgezeichnet, die durch Kontraktilität, durch Reizbarkeit gegenüber verschiedenen äußeren Faktoren oder unmittelbar durch Bewegungen in Erscheinung tritt, wofür z. B. die Kriechbewegungen der Schleimpflanzen, die beweglichen Zustände der Bakterien und Spaltalgen, die Schwärmsporen der Algen sowie die beweglichen männlichen Geschlechtszellen der Archegonienpflanzen und Zykadeen gute Beispiele sind. Bei den niederen Tieren und Algen finden sich nicht einmal quantitative Unterschiede in dieser Hinsicht, während freilich bei den höheren Tieren diese Eigenschaften durch Konzentration und Lokalisation erheblich gesteigert werden; dagegen tritt bei den höheren Pflanzen infolge der Einengung des Protoplasmas durch Zellwände sein Leben meist nur noch in inneren Bewegungszuständen und in Ausdehnung durch Wachstum in Erscheinung. Freilich gibt es selbst hierbei Ausnahmen, nämlich einerseits festsitzende und kaum kontraktile, also unbewegliche Tiere, was namentlich bei solchen mit parasitischer Lebensweise vorkommt, und anderseits Pflanzen mit deutlich sichtbaren Bewegungserscheinungen, z. B. mit reizbaren Blättern, sich krümmenden Haaren, zusammenschnellenden Staubfäden usw.

Auch die geschlechtliche Fortpflanzung hielt man früher für eine nur im Tierreich vorkommende Eigentümlichkeit, doch weiß man längst, daß sie bei den Pflanzen ebenfalls fast allgemein verbreitet ist; und das gleiche gilt für den Generationswechsel, der nur etwas früher bei den Tieren entdeckt wurde als im Pflanzenreich. Die Entwickelung der geschlechtlichen Fortpflanzungszellen ist sogar bei Tier und Pflanze so ähnlich, daß die Ergebnisse der Forschungen bei Pflanzen oft unmittelbar auf das Tierreich übertragen werden können.

Die Form und Anordnung der Organe des Körpers ist in beiden Reichen so mannigfach, daß man auch hier von allgemein durchgreifenden Unterscheidungsmerkmalen nicht sprechen kann. Bei den niedersten Klassen beider Reiche sind die Organe noch wenig differenziert und daher auch in den beiden Reichen wenig oder kaum verschieden; dagegen werden immer größere Verschiedenheiten sichtbar, je höher Pflanzen und Tiere stehen. Dies hängt mit der verschiedenen Art der Nahrungsaufnahme zusammen. Das Tier, das sich meistens seine Nahrung suchen muß, um sie dann zu verschlingen, besitzt in den höheren Klassen außen die Gliedmaßen, die zur Fortbewegung und zum Ergreifen der Nahrung dienen, während innere Organe diese Nahrung dann verarbeiten. Die höheren Pflanzen hingegen, denen die Nahrung durch Wurzeln und Blätter zugeführt wird, verarbeiten sie im ganzen Körper, ohne besondere Organe, während ihre Oberfläche bei dem Fehlen von Bewegungsorganen im wesentlichen durch Aufnahmeorgane für die Nahrung eingenommen wird.

Als wichtigster und durchgreifendster Unterschied wird im allgemeinen die verschiedene Ernährungsweise angesehen: die Pflanze baut auf, das Tier baut ab, so wird gewöhnlich der Unterschied formuliert, d. h. die Pflanze vermag mit Hilfe des grünen, Chlorophyll

genannten Farbstoffes im Lichte aus einfachen, anorganischen Stoffen komplizierte organische herzustellen, wogegen das Tier sich nur organische Materie zu assimilieren vermag, die es dann zwecks Energiegewinnung meist mit Hilfe der Atmung in einfache Bestandteile zerlegt. Auch dieser Unterschied ist aber nicht durchgreifend, da erstens jede Pflanze neben den aufbauenden Kräften auch abbauende besitzt, d. h. ebensogut wie das Tier atmet und die komplizierten Stoffe zerlegt, in der Dunkelheit sogar ausschließlich, zweitens aber viele Pflanzen, und darunter sehr große Abteilungen, wie die Pilze, überhaupt keine aufbauende Tätigkeit auszuüben vermögen.

Auch die stoffliche Zusammensetzung von Tier und Pflanze ist wenigstens qualitativ gleich, obwohl manche Stoffe ausschließlich, aber freilich nie durchgängig, in dem einen der beiden Reiche vorkommen oder, vorsichtiger ausgedrückt, bisher gefunden worden sind. Auch treten quantitativ bei den Pflanzen die Kohlehydrate, bei den Tieren die Eiweißstoffe in den Vordergrund.

Selbst die Art der Nahrungsaufnahme ist nicht durchweg verschieden. Die bei weitem größte Zahl der Tiere vermag freilich feste Nahrung aufzunehmen, die sie im Inneren ihres Körpers vermittelst Fermenten auflösen, während die Pflanzen im allgemeinen nur von Stoffen leben, die sich in Luft oder Wasser in Lösung befinden. Aber es gibt auch manche von Lösungen organischer Materie lebende Tiere, so wie es Pflanzen gibt, die durch ausgeschiedene Fermente feste Stoffe außerhalb ihres Körpers in Lösung überzuführen und dadurch aufnahmefähig zu machen vermögen. Für gewisse anorganische Stoffe geschieht dies sogar durch jede Pflanzenwurzel.

Wie man aus dem Gesagten erkennt, gibt es also keine einfache Formel zur Unterscheidung von Pflanze und Tier. Im allgemeinen kann man aber den Unterschied etwa folgendermaßen definieren: Die Pflanze ist ein Organismus, der keine spezialisierten, Nahrung verarbeitenden Organe im Inneren seines Körpers besitzt und keine festen Nahrungsmittel in sich aufzunehmen vermag, dafür aber gewöhnlich unter Lichtzufuhr anorganische Stoffe verarbeitet oder, wo das nicht der Fall ist, auf Aufnahme flüssiger oder von ihm durch Fermente flüssig gemachter organischer Materie angewiesen ist. Das Tier hingegen vermag anorganische Stoffe nicht als hauptsächliche Nahrungsquelle zu benutzen, sondern es besitzt gewöhnlich spezialisierte, Nahrung verarbeitende Organe im Inneren und ist mit wenigen Ausnahmen imstande, feste organische Materie in sein Inneres einzuführen und als Nahrung auszunutzen.

2. Einteilung der Pflanzenwelt.

Die Einteilung der Pflanzenwelt in die verschiedenen großen natürlichen Gruppen ist ein Ergebnis mühevoller Arbeit des vorigen Jahrhunderts gewesen, und es ist nicht wahrscheinlich, daß sich in Zukunft noch sehr große Änderungen als notwendig herausstellen werden.

Indem wir von den künstlichen Systemen, unter denen das von Linné als wichtigstes hervorragt und noch heute bei der Bestimmung von Pflanzen gute Dienste leistet, hier naturgemäß absehen, beginnt die moderne Systematik mit dem natürlichen System, das Antoine Laurent de Jussieu in seinen „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita“ 1789 zuerst veröffentlichte, nachdem er es im Botanischen Garten zu Paris schon seit vielen Jahren angewandt hatte. Die Haupteinteilung beruhte auf der Zahl der Keimblätter: er unterschied Acotyledones, Monocotyledones und Dicotyledones, je nachdem die Pflanzen kein, ein oder zwei Keimblätter besaßen. Die letzteren teilte er nach der Blumenkrone ein in die kronenlosen Apetalae, die Monopetalae mit (scheinbar) einblätteriger Krone,

die Polypetalae mit mehreren Kronblättern und die Diclines irregulares, die meist kronenlosen Getrenntgeschlechtigen.

Tiefer drang schon Auguste Pyramus de Candolle in das Wesen der Pflanzen ein, indem er 1813 in seiner „Théorie élémentaire de la botanique ou exposition des principes de la classification naturelle" das anatomische Merkmal des Vorhandenseins von Gefäßbündeln an die erste Stelle setzte und die Pflanzen mit Gefäßbündeln als Plantae vasculares oder Gefäßpflanzen den Plantae cellulares oder Zellpflanzen gegenüberstellte. Die ersteren teilte er ein in Exogenae, bei denen die Gefäßbündel einen nach außen zu wachsenden Ring darstellen, und in Endogenae, mit zerstreuten Gefäßbündeln, deren innere er für die jüngsten hielt; bei diesen unterschied er wieder die Blüten tragenden Phanerogamae von den blütenlosen Cryptogamae, während die gefäßlosen Zellpflanzen in beblätterte Foliaceae und unbeblätterte Aphyllae zerfielen.

Stephan Endlicher teilt die Pflanzen in seinen 1836—40 erschienenen „Genera plantarum secundum ordines naturales disposita" schon je nach der Differenzierung des Stammes in Thallophyta und Cormophyta, indem nur bei letzteren Stengel und Wurzel unterschieden werden. Diese Einteilung, deren auf das Wachstum des Stammes begründete Unterabteilungen auf Irrtum beruhten, kann als Fortschritt gegenüber dem System de Candolles nicht angesehen werden.

Adolphe Brongniart gebührt das Verdienst, in seiner 1843 erschienenen „Énumération des genres des plantes cultivées au Muséum d'histoire naturelle de Paris" das Hauptgewicht auf die Geschlechtsorgane gelegt zu haben, indem er die Cryptogamae, die verborgen zeugenden, also blütenlosen Pflanzen, den Phanerogamae oder offen zeugenden Pflanzen mit Blüten gegenüberstellte. Erstere zerlegte er in Amphigenae und Acrogenae, je nachdem sich Blatt und Stengel unterscheiden ließen oder nicht, letztere nach der Zahl der Keimblätter in Monocotyledones und Dicotyledones.

Alexander Braun hat dann 1864 an die Stelle der Cryptogamae die Bryophytae oder Keimpflanzen und die Cormophytae oder Stockpflanzen gesetzt und die von ihm Anthophytae oder Blütenpflanzen genannten Phanerogamae in die Nacktsamigen oder Gymnospermae und die Bedecktsamigen oder Angiospermae geteilt, während A. W. Eichler im Jahre 1883 die Cryptogamae schon in drei Abteilungen, die Thallophyta, die Bryophyta und die Pteridophyta, teilte, von denen die erste die Algen und Pilze, die zweite die Moose und Lebermoose und die letzte die Farne, Bärlappgewächse und Schachtelhalme umfaßt.

Die Einteilung der höheren Pflanzen hat sich seitdem in den Hauptzügen kaum geändert, hingegen sind die Bryophyta und Pteridophyta, also die moosartigen und farnartigen Pflanzen, wegen der Ähnlichkeit hinsichtlich der Fortpflanzungsorgane zusammengefaßt und als Archegoniatae oder Archegonien besitzende Pflanzen einerseits den Spermophyta oder Samenpflanzen bzw. Anthophyta oder Blütenpflanzen, anderseits den niederen Gewächsen, den Thallophyta oder Lagerpflanzen, also den Pilzen und Algen, gegenübergestellt worden.

Schließlich hat die Entwickelungsgeschichte sogar deutliche Übergänge zwischen den Archegoniaten und Anthophyten festgestellt; man hat bei letzteren Archegonien, bei ersteren Blüten nachgewiesen, und auch der Unterschied, der sich in dem Namen Samenpflanzen ausdrückte, ist nicht mehr in aller Strenge haltbar. Man hat dann als Ersatz hierfür einen wesentlichen Unterschied in dem Befruchtungsvorgang sehen wollen, indem bei den Archegoniaten die Befruchtung durch selbstbewegliche Spermatozoiden, bei den Blütengewächsen durch einen von dem Pollenkorn entwickelten Schlauch bewirkt wird; man hat die letzteren daher

Siphonogama oder Schlauchbefruchter, die ersteren, im Gegensatz hierzu, Asiphonogama genannt, aber auch hier sind neuerdings Ausnahmen entdeckt worden, indem einige Zykadeen und der Gingko gleichfalls Spermatozoiden und keine Befruchtungsschläuche besitzen. So hat man denn diese beiden Abteilungen auch vereinigt und Embryophyta oder Embryogewächse genannt, da das Vorhandensein eines Embryos, der von der später sich daraus entwickelnden Pflanze dem Bau nach verschieden ist, beide Abteilungen gemeinsam von allen anderen Pflanzen unterscheidet.

Bei den Thallophyten oder Lagerpflanzen hat man im Gegensatz hierzu weitere Teilungen vorgenommen, die je nach der Auffassung verschieden weit gehen. Adolf Engler, dessen „Syllabus der Pflanzenfamilien" (6. Aufl. 1909) wir hier im allgemeinen folgen, teilt sie sogar in zehn bis elf den Embryophyten gleichwertige Abteilungen, von denen fünf den früheren Algen, drei den früheren Pilzen entsprechen, während zwei bis drei die gewöhnlich zu dem Tierreich gerechneten Geißeltierchen oder Flagellaten ausmachen. Wir können uns ihm in der Zerlegung der Algen nicht ganz anschließen und rechnen von den Flagellaten nur diejenigen zum Pflanzenreich, die wegen ihrer Chromatophoren deutlich den Übergang zu den Algen vermitteln, wobei wir Friedrich Oltmanns „Morphologie und Biologie der Algen" (Jena 1904) folgen.

Wir ordnen diese durch Chlorophyll ausgezeichneten Flagellaten unter dem Namen Geißelalgen oder Mastigophyceae als eine besondere Klasse den Algen ein. Hingegen halten wir es nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft für das beste, sowohl die Schizophyta oder Spaltpflanzen als auch die Myxophyta oder Schleimpflanzen von den Pilzen bzw. Algen zu trennen, wobei wir die beiden letzteren Abteilungen als Lagerpflanzen oder Thallophyta, die beiden ersteren als Urpflanzen oder Protophyta zusammenfassen.

Das System des Pflanzenreiches würde demnach das folgende sein:

- Kreis I: *Protophyta* oder Urpflanzen.
  - Abteilung A: *Schizophyta* oder Spaltpflanzen.
  - Abteilung B: *Myxophyta* oder Schleimpflanzen.
- Kreis II: *Thallophyta* oder Lagerpflanzen.
  - Abteilung A: *Phycophyta* oder Algenpflanzen.
  - Abteilung B: *Mycetophyta* oder Pilzpflanzen.
- Kreis III: *Embryophyta* oder Embryopflanzen.
  - Abteilung A: *Archegoniophyta* oder Archegonienpflanzen.
    - Unterabteilung a: *Bryophyta* oder moosartige Pflanzen.
    - Unterabteilung b: *Pteridophyta* oder farnartige Pflanzen.
  - Abteilung B: *Spermophyta* oder Samenpflanzen.
    - Unterabteilung a: *Gymnospermae* oder nacktsamige Pflanzen.
    - Unterabteilung b: *Angiospermae* oder bedecktsamige Pflanzen.

Kreis I:

Protophyta oder Urpflanzen.

Die auf der untersten Stufe des Pflanzenreiches stehenden **Urpflanzen** repräsentieren eigenartige Entwickelungen, wie sie sonst im Pflanzenreich nicht vorkommen. Ein unmittelbarer deutlicher Anschluß an die anderen Kreise des Pflanzenreiches existiert nicht, wohl aber sind mannigfache Beziehungen vorhanden, welche die Entstehung der Lagerpflanzen (Thallophyten) aus den Urpflanzen oder beider aus gemeinsamer Wurzel wahrscheinlich erscheinen lassen. Noch enger sind freilich die Beziehungen der Urpflanzen zu manchen zum Tierreich gerechneten Urtieren (Protozoen), und zwar sind die Übergänge derart, daß es oft nur eine Frage der Auffassung ist, ob man einen Organismus zu den Urtieren oder zu den Urpflanzen stellt.

Die Urpflanzen lassen sich in zwei in sich geschlossene Abteilungen zerlegen, die nach verschiedenen Richtungen hin strebende Entwickelungen repräsentieren, nämlich die **Spaltpflanzen** (Schizophyta) und die **Schleimpflanzen** (Myxophyta).

Die Spaltpflanzen zeigen die Tendenz, ihre Zellen durch Zellmembranen abzuschließen, und stellen durch Aneinandergliederung ihrer Zellen zu Reihen die primitivste Form der Gewebebildung dar, ja sie gelangen bei einigen Formen sogar schon zu einer Art Arbeitsteilung der verschiedenen Zellen. Die Schleimpflanzen hingegen bilden zeitweise durch wirkliche Verschmelzung der Zellen einen Sammelorganismus, ein Individuum höherer Ordnung, aus dem durch Teilung dann wieder Einzelindividuen entstehen; sie zeigen also eine Art **Generationswechsel**, wie ein solcher in ähnlicher Form sonst im Pflanzenreich nicht wieder vorkommt. Vielleicht darf man hierin den Ursprung geschlechtlicher Verschmelzung erkennen, indem sich in der weiteren Entwickelung statt der Verbindung vieler Zellen eine solche von nur zwei Zellen als genügend zur Erzielung des gleichen Zweckes herausgestellt hat. Der Sammelorganismus der Schleimpflanzen würde in diesem Falle der befruchteten Zelle der höheren Pflanzen entsprechen, aus der dann auf ungeschlechtlichem Wege die Einzelindividuen hervorgehen. In mancher Beziehung stehen allerdings die Spaltpflanzen den höheren Pflanzen näher als die Schleimpflanzen, denn abgesehen von den hier weitverbreiteten Anfängen der Gewebebildung findet sich bei ihnen häufig auch die Tendenz, sich von der ausschließlichen Verarbeitung organischer Materie unabhängig zu machen, speziell durch Bildung von Chlorophyll, wenngleich dieses bei ihnen noch nicht so scharf lokalisiert ist wie bei höheren Pflanzen. Oft sind die einzelligen Formen der Spaltpflanzen den einzelligen chlorophyllführenden Algen recht ähnlich. Freilich liegen bei beiden die Verhältnisse so einfach, daß die Ähnlichkeit der Form an und für sich noch kein zwingender Grund ist, nähere Verwandtschaft anzunehmen.

Abteilung A:

Schizophyta oder Spaltpflanzen.

Die Spaltpflanzen sind mikroskopisch kleine einzellige Pflanzen von sehr verschiedener Gestalt, die entweder einzeln leben oder sich zu fadenförmigen, scheibenförmigen oder kugeligen Verbänden vereinigen. Die Hülle der Zellen besteht häufig nicht aus Zellulose, sondern aus Eiweißkörpern, und quillt in ihren äußeren Schichten oftmals zu einer Gallerte auf: der protoplasmatische Inhalt enthält keinen deutlich differenzierten Zellkern, aber nicht selten einen dichteren Zentralkörper, und ist häufig blaugrün, selten blau, violett, rot oder grün gefärbt. Der Farbstoff ist aber nicht wie bei den höheren Pflanzen an besondere, Farbstoff tragende Organe (Chromatophoren) gebunden und wird sogar zuweilen nach außen hin ausgeschieden. Viele Formen sind durch eine Art Eigenbewegung ausgezeichnet, sei es durch Geißeln, sei es durch Wellenbewegungen vollführende Membranen.

Eine geschlechtliche Vermehrung scheint bei diesen Lebewesen nicht vorzukommen, sondern sie vermehren sich in der Regel durch einfache Querteilung der einzelnen Zellen, zuweilen auch, indem die Zellen durch wiederholte Längs- und Querteilungen sogenannte Konidien bilden. Viele Arten sind außerordentlich widerstandsfähig gegen Temperatureinflüsse und Austrocknung, andere schützen sich, indem sie durch Verdickung der Zellwandungen oder Verdichtung des Protoplasmas besondere Dauerzustände bilden.

Die Schizophyten stellen eine gut abgegrenzte Abteilung des Pflanzenreiches dar, sie sind alle leicht voneinander ableitbar, dagegen ist es schwer, sie an andere Abteilungen des Pflanzen- oder Tierreiches anzuschließen. Man spricht ihnen einerseits Verwandtschaft mit den Flagellaten oder Geißeltieren, anderseits mit den niederen Algen zu; sie würden demnach gewissermaßen das Tier- und Pflanzenreich miteinander verbinden, aber jedenfalls würde dies nur ein Nebenanschluß sein, denn die natürlichere Verbindung leitet von den Algen unmittelbar zu den Geißeltieren hinüber.

Eingeteilt werden die Spaltpflanzen in zwei Klassen, die Spaltpilze oder Schizomycetes und die Spaltalgen oder Schizophyceae. Der Hauptunterschied besteht darin, daß die Spaltalgen einen an Körnchen des äußeren Protoplasmas gebundenen blaugrünen, Phykozyan genannten Farbstoff besitzen, der, mit Chlorophyll gemischt, die blaue, blaugrüne, violette oder rötliche Färbung dieser Pflanzen bewirkt. Auch ist bei den Spaltalgen als Ersatz des Zellkerns der höheren Pflanzen ein deutlicher Zentralkörper vorhanden, der zwar keine in bestimmter Anzahl und Lagerung vorkommende, stark Farbstoff annehmende Chromosomen besitzt wie die Zellkerne höherer Pflanzen, aber doch eine unbestimmte Anzahl kleiner Körnchen, sogenannte Zentralkörner, enthält.

Klasse 1:

Schizomycetes oder Spaltpilze, auch Bakterien genannt.

Die Spaltpilze sind mikroskopisch kleine, farblose, selten pfirsich- bis blutrot oder chlorophyllgrün gefärbte, von meist homogenem Zellinhalt erfüllte einzellige Pflanzen, die entweder unbeweglich sind oder sich zeitweise in Flüssigkeiten fortzubewegen vermögen, und zwar gewöhnlich mittels Geißeln oder Zilien, die sich an ihren Enden oder an anderen Teilen des Zellkörpers befinden (Abb. 1, F, P, Q, R, S, U, V, W, Y, h) und die Flüssigkeit peitschenförmig

schlagen. Einige Bakterien bewegen sich auch durch eine undulierende Membran. Die Bewegungsweise der Bakterien ist häufig unregelmäßig hin und her zitternd, oft aber auch

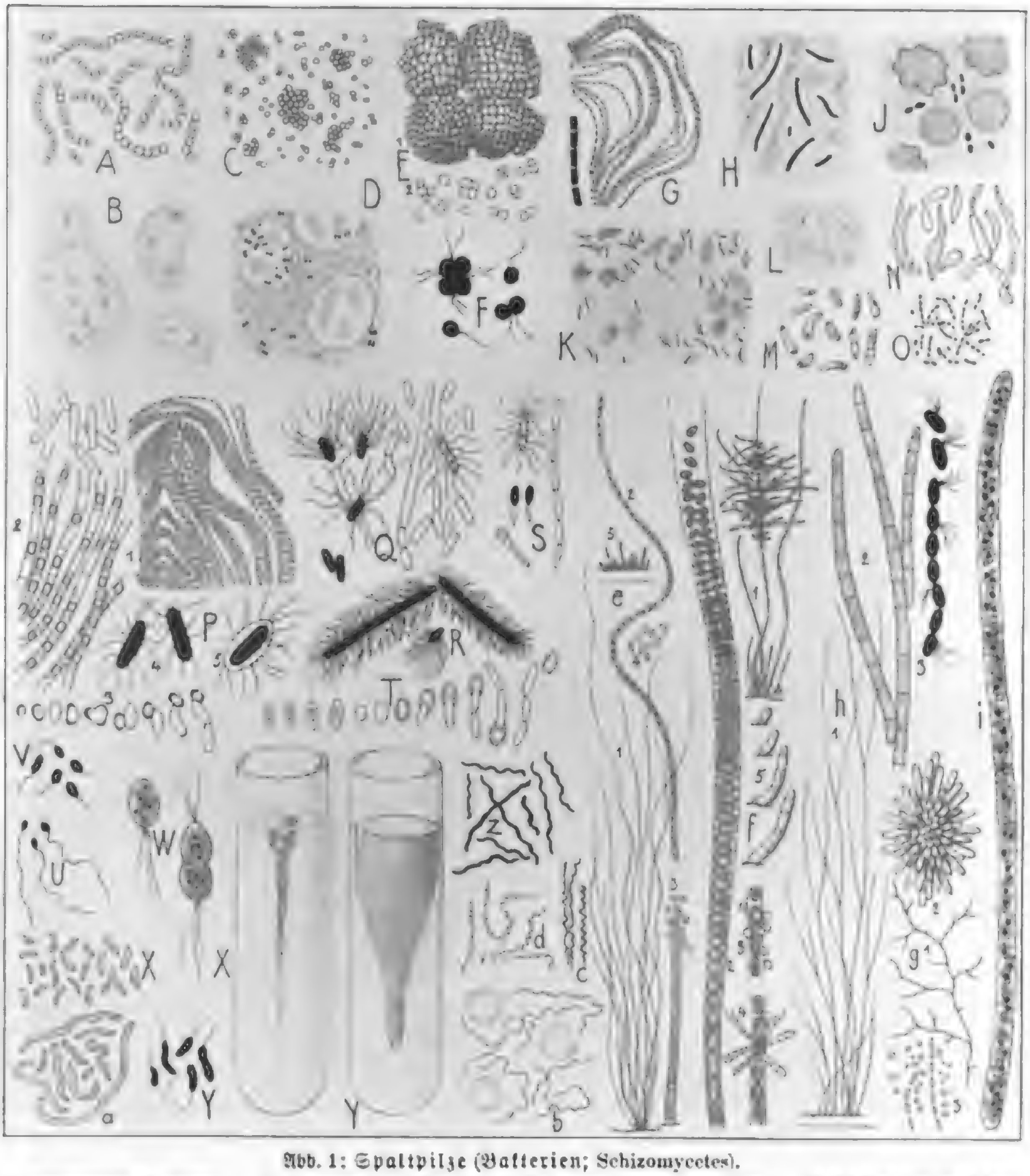


Abb. 1: Spaltpilze (Bakterien; Schizomycetes).

A Streptococcus pyogenes.
B - mesenterioides.
C Micrococcus (Staphylococcus) pyogenes.
D - gonorrhoeae.
E Sarcina ventriculi: 1) im Magen, 2) in Agarkultur.
F Planosarcina mobilis.
G Bacterium anthracis (Plattenkultur).
H - pneumonicum.
J - pneumoniae.
K - tuberculosis.
L - influenzae.
M - diphtheritidis.
N - acetium.
O Bacterium acidi lactici.
P Bacillus subtilis: 1 Zellfäden; 2 Zellfäden mit Sporen; 3 Keimung der Sporen; 4 Zellen mit Zilien; 5 Zelle, deren Haut durch künstliche Zusammenziehung des Zellinhaltes sichtbar gemacht ist.
Q Bacillus typhi.
R - vulgaris.
S - tetani.
T - amylobacter.
U Pseudomonas javanensis.
V - europaea.
W Chromatium Okenii.
X Microspira comma, kleine und lange Form (a), sowie Glas mit Stichkultur.
Y Microspira Finkleri, Geißelpräparat sowie Glas mit Stichkultur.
Z Spirillum tenue.
b Spirochaete Obermeieri.
c - pallida.
d - plicatilis.
e Streptothrix fluitans: 1 kleiner Rasen; 2 Faden, mit Jod behandelt; 3 Konidienbildung; 4 keimende Konidien; 5 junge Kolonie.
f Crenothrix polyspora: 1 Rasen mit Tochterrasen; 2 Konidienbildung; 3 Fadenstück mit sitzenden Konidien; 4 Fadenstück mit keimenden Konidien; 5 keimende Konidien.
g Sphaerotilus (Cladothrix bovis: 1 Faden aus einer Agarkultur; 2 Druse aus einer Kiefergeschwulst des Rindes; 3 Stäbchen aus einer älteren Kultur.
h Sphaerotilus (Cladothrix) dichotomus: 1 Rasen; 2 Einzelfäden; 3 Schwärmzellen.
i Beggiatoa alba.

schlängelnd, gleitend oder kriechend. Während viele Formen sich nur ganz langsam fortbewegen, schießen andere blitzschnell durch das Gesichtsfeld des Mikroskops. Die Form der Bakterien ist kugelig, stäbchenartig, fadenförmig oder spiralig; man hat sie daher anschaulich mit Billardkugeln, Bleistiften oder Korkziehern verglichen. Auch die Größe der Bakterien ist recht verschieden; die kugeligen Formen haben meist nur einen Durchmesser von $^1/_{1000}$ mm, es gibt aber auch solche von nur $^1/_{2000}$ mm Durchmesser, während die $^1/_{500}$ mm messenden schon als Riesen ihres Geschlechtes anzusehen sind. Da manche Krankheitserreger, die, ihrer Wirkung nach zu schließen, zu den Bakterien gehören, durch poröse Massen, die als Bakterienfilter dienen, hindurchgehen, so nimmt man an, daß es noch viel kleinere, selbst mit dem besten Mikroskop nicht mehr sichtbare Formen gibt. Auch die Dicke der meisten Stäbchenbakterien ist nicht größer als der Durchmesser der Kugelbakterien, während die Länge ganz außerordentlich variiert, von ovalen Formen (Abb. 1, J) bis zu solchen von bedeutender Länge (Abb. 1, Q, R). Die Stäbchen sind bald gerade, bald kommaförmig oder stärker (Abb. 1, X), häufig sogar mehrfach gebogen und daher von spiraliger oder schlangenartiger Form (Abb. 1, b, c, d, Z).

Die ziemlich starre und feste, zuweilen stark gefärbte Zellhaut der Bakterien (Abb. 1, P 5) besteht manchmal aus reiner Zellulose wie die Häute der dünnen Zellen höherer Pflanzen, meist aber gleicht sie der als Pilzzellulose bekannten Modifikation. Über den Inhalt der Zellen weiß man wenig; bei den sogenannten Schwefelbakterien (Abb. 1, i) finden sich größere, angeblich aus Schwefel bestehende Körperchen.

Die Teilung der Zellen geht entweder nach nur einer Richtung des Raumes vor sich, so bei manchen kugelförmigen und bei allen stab- oder spiralförmigen Bakterien, bei denen die Zellen dann häufig miteinander vereinigt bleiben, oder nach zwei bzw. drei Richtungen des Raumes; beides sind häufige Teilungsweisen der Kugelbakterien. Die fadenförmigen Bakterien bestehen immer aus vielen und gewöhnlich nach nur einer Richtung hin sich teilenden Zellen; meist sind diese Fäden von einer Gallertscheide eingehüllt (Abb. 1, f), und häufig verzweigen sich die Fäden sogar (Abb. 1, g, h).

Da die Teilung außerordentlich schnell vor sich geht, unter günstigen Bedingungen alle halben Stunden, so kann sich eine Zelle theoretisch innerhalb 24 Stunden bis auf 280 Billionen Individuen vermehren, und wenn sie einen Durchmesser von $^1/_{1000}$ mm besitzt, so würde diese Nachkommenschaft schon einen Würfel von 6 cm Durchmesser ausfüllen können.

Die Dauersporen entstehen zum Teil durch Umwandlung vegetativer Zellen in Dauerzustände, wobei sich oft die Wand verdickt; dies sind die Arthrosporen. Sie sind besonders häufig bei den stäbchenförmigen Bakterien, die hierbei in kurze Gliederzellen zerfallen, während sie bei den Kugelbakterien, wo sie — aus der Widerstandsfähigkeit vieler Zellen zu schließen — gleichfalls vorkommen, meist schwer zu erkennen sind. Die im Inneren der Zellen entstehenden Endosporen sind gewöhnlich leicht durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen zu erkennen. Sie bilden sich entweder in der Mitte der Zellen (Abb. 1, P 2, T) oder am Ende des Stäbchens, das hier anschwillt und so die Form eines Trommelschlägers annimmt (Abb. 1, S); zuweilen entstehen auch Sporen an beiden angeschwollenen Enden des dann hantelförmigen Stäbchens. Die Wand der Mutterzelle der Sporen wird unterdessen langsam resorbiert und verschwindet später völlig, so daß die Sporen schließlich freiliegen. Bei der Keimung wachsen die Arthrosporen und zuweilen auch die Endosporen einfach wieder zu vegetativen Zellen aus; bei der Mehrzahl der Endosporen hingegen wachsen die jungen Zellen aus der Spore heraus, indem sie die unverändert bleibende Sporenmembran an der

Stelle des geringsten Widerstandes durchbrechen (Abb. 1, P 3). Oft bleibt die Sporenwand dann noch lange als kappenförmige Bedeckung des Endes der Zelle erhalten (Abb. 1, T).

Eine besondere Art ungeschlechtlicher Vermehrung findet sich bei der durch ihre Gallertscheide ausgezeichneten Familie der Chlamydobacteriaceae. Hier treten häufig die einzelnen Zellen als sogenannte Konidien aus der Gallertscheide heraus, entweder ohne weiteres (Abb. 1, e 3) oder nach vorherigen Teilungen (Abb. 1, f 3), und verbreiten sich passiv durch Wasserströmungen oder aktiv als Schwärmzellen durch Geißeln (Abb. 1, h 3).

So mannigfaltig trotz ihrer Einfachheit die morphologischen Verhältnisse der Spaltpilze sind, so verschiedenartig sind auch ihre biologischen Eigenschaften und Lebensbedingungen. Daß man sie ganz besonders eifrig studiert hat, liegt an der enormen Wichtigkeit dieser kleinen Lebewesen; kommt ihnen doch im Haushalt der Natur wohl von allen Pflanzenklassen die größte Bedeutung zu, da sie es sind, die den wesentlichsten Teil des Überschusses der von den chlorophyllhaltigen Pflanzen gebildeten und aufgespeicherten organischen Materie wieder in einfache chemische Verbindungen zurückführen. Aber noch wichtiger sind sie für den Menschen, da sie einerseits die wirksamsten Zerstörer der ihm zur Nahrung oder zu anderen Zwecken dienenden organischen Stoffe sind, anderseits aber die Zubereiter von Nahrungsstoffen oder technisch verwendbaren Stoffen, indem sie z. B. bei der Käsebereitung, Milchsäuerung, Essigfabrikation, bei der Fermentierung von Tabak, bei den Röstprozessen der Faserstoffe usw. unentbehrlich sind. Noch größer ist ihre Bedeutung als Erreger vieler und sogar der gefährlichsten Krankheiten der Menschen und der Haustiere.

Daher kommt es auch, daß gerade die Mediziner das Studium der Bakterien aufs eifrigste gefördert und die Bakteriologie sogar als eigene Wissenschaft aus der Botanik herausgehoben haben. Im Anschluß hieran hat sich eine zweite Wissenschaft, die Serologie, herausgebildet, die sich mit den eigenartigen Reaktionen des lebenden Blutserums speziell gegen die Bakteriengifte beschäftigt, um mit ihrer Hilfe die Bakterienkrankheiten zu bekämpfen.

Im Rahmen der gesamten Pflanzenwelt können wir natürlich den Bakterien hier keine allzu bevorzugte Stellung einräumen und müssen uns daher auch in bezug auf die Schilderung ihrer Lebenserscheinungen auf das allernotwendigste beschränken.

Da den Spaltpilzen das Chlorophyll fehlt, gehören sie, wie die Tiere, die echten Pilze und die anderen parasitischen Pflanzen, zu den abbauenden Organismen, d. h. sie ernähren sich von organischen Kohlenstoffverbindungen und sind nicht imstande, aus Kohlensäure der Luft und Wasser die organischen Stoffe aufzubauen. Die meisten Bakterien bedürfen aber, um sich zu entwickeln, freien Sauerstoffes, mit anderen Worten der Luft, und werden daher als Aëroben oder Aërobionten bezeichnet, während die fakultativen Aëroben der Luft auch entbehren können, indem sie den für die Lebensprozesse benötigten Sauerstoff der organischen Materie, von der sie leben, entziehen. Ein kleiner Teil von Bakterien geht sogar bei Luftzutritt zugrunde oder hört doch auf, sich zu vermehren; dies sind die sogenannten obligaten Anaëroben oder Anaërobionten.

Die Bakterien leben von den verschiedensten organischen Stoffen, nicht nur als Saprophyten von toten Materien, sondern häufig auch als echte Parasiten von der Materie lebender Organismen. Diese Bakterien bezeichnet man als pathogene oder Krankheit erregende Arten, und hierzu gehören die Erreger unserer gefährlichsten Krankheiten, wie Pest, Cholera, Tuberkulose, Typhus, Diphtheritis, Syphilis usw. Ihre Gefährlichkeit beruht nicht darauf, daß sie die organische Substanz in Massen zerstören, sondern daß sie Stoffwechselprodukte, besonders Ptomaïne und Toxalbumine, ausscheiden, die dem Wirtskörper

als Gifte schädlich sind. Manche Arten befallen sehr verschiedene Tiere, andere wachsen nur auf einzelnen Tierarten oder sind wenigstens nur einzelnen wirklich schädlich. Auch in lebenden Pflanzen gedeihen häufig Bakterien, und wenn die Zahl der bisher bekannten sogenannten Bakteriosen oder Bakterienfäulen der Pflanzen noch nicht allzu groß ist, so vermehrt sie sich doch zusehends. Man kennt solche Bakteriosen jetzt schon bei ziemlich vielen Kulturpflanzen, z. B. beim Weizen, bei der Weinrebe, bei verschiedenen Obstarten, bei der Kartoffel, bei Zuckerrübe, Kohl, Mohrrübe, Tomaten, an den Blättern der Gurkengewächse und der Durrahirse, an den Zweigen des Ölbaumes und an vielerlei Zierpflanzen, an Rosen, Liliazeenzwiebeln, Wurzelstöcken von Iridazeen usw.

Weit größer noch ist die Zahl der Bakterien, die auf toter organischer Materie wachsen, sowohl auf Eiweißsubstanzen als auch auf Fetten und Kohlehydraten, und zwar wird nicht nur Stärke und Zucker, sondern sogar Zellulose von ihnen angegriffen. Viele Bakterien zersetzen diese Stoffe vollständig zu Kohlensäure und Wasser, andere zerlegen sie nur teilweise, indem sie Alkohol, Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure usw. bilden; wiederum andere Bakterien vermögen diese halbabgebauten Stoffe dann weiter zu zersetzen. Sogar Ammoniak- und Schwefelwasserstoffverbindungen werden oxydiert, und zwar spielt dieser letztere Vorgang besonders in vulkanischen Gegenden, in der Nähe von Solfataren und Fumarolen, eine Rolle, während die Nitrifikation, d. h. die Umwandlung von Ammoniak- in Salpeterverbindungen im Erdboden, von großer und für das Gedeihen des Pflanzenkleides der Erde sehr wichtiger Bedeutung ist.

Was man mit dem Namen Verwesung und Fäulnis belegt, wird im allgemeinen, und das, was man Gärung nennt, häufig durch Bakterien hervorgerufen. Man bezeichnet erstere als saprogene, letztere als zymogene Bakterien, da sie Enzyme oder Fermente ausscheiden, die diese eigenartigen Umsetzungen der organischen Materie verrichten und sie auf diese Weise für die Aufnahme als Nahrung durch die Bakterien präparieren. So wird die Stärke, die an und für sich nicht von den Bakterien aufgenommen werden kann, durch sogenannte diastatische Fermente in Zucker umgewandelt, und aus dem Rohrzucker entsteht durch invertierende Fermente der leichter assimilierbare Invertzucker; aus Alkohol wird Essigsäure, aus Milchsäure Buttersäure bereitet usw.

Viele Bakterien, die sogenannten chromogenen Arten, scheiden Farbstoffe aus, die chemisch häufig den Anilinfarbstoffen ähneln; man kennt rote, violette, blaue, grüne, gelbe und braune Farbentöne, und oftmals verraten diese Färbungen erst das Vorhandensein der Bakterien. Die sogenannten photogenen Bakterien haben die Eigentümlichkeit, in ihren Zellen einen Stoff zu erzeugen, der bei Sauerstoffaufnahme leuchtet.

Sehr wichtig ist die merkwürdige Widerstandsfähigkeit der Bakterien gegen Kälte und Wärme. Viele Bakterien sind dem Tropenklima, manche der Bluttemperatur der Warmblütler angepaßt, andere aber vertragen sogar Frosttemperatur, obgleich sie hierbei nicht mehr wachsen; ja sogar Kältegrade bis zu 110° schaden manchen von ihnen nichts. Gefrierendes Wasser tötet also nur einen Teil der in ihm befindlichen Bakterien.

Besonders groß ist aber die Unempfindlichkeit der Sporen mancher Arten. Während die Bakterien selbst im allgemeinen bei Temperaturen von über 70° eingehen, vertragen gewisse Sporen stundenlanges Kochen; in Milch erhalten sich sogar manche Bakterien noch bei vielstündigem Kochen lebend, während in säurehaltigem Wasser ihre Widerstandsfähigkeit gegen Hitze weit geringer ist.

Auch gegen Austrocknung ist die Empfindlichkeit der Bakterien sehr verschieden.



Pathogene Bakterien des Menschen.

Während manche pathogene Arten beim Austrocknen schon nach kurzer Zeit absterben, halten andere eine mehrmonatige Austrocknung aus, wohingegen die Sporen, trocken aufbewahrt, häufig jahrelang ihre Keimfähigkeit bewahren.

Sehr wichtig ist natürlich das Verhalten der Bakterien gegen Gifte, und da hat man glücklicherweise in der Karbolsäure und namentlich im Sublimat (Quecksilberchlorid) Stoffe gefunden, die schon in außerordentlicher Verdünnung die Spaltpilze abtöten; bereits in einer Verdünnung von 1:10 000 vermag letzteres die Bakterien selbst, von 1:1000 auch ihre Sporen in wenigen Minuten zu vernichten. Bei Nahrungsmitteln kann man sich natürlich dieser Gifte nicht bedienen, aber hier hilft gewöhnlich schon längeres Verweilen im Wasserbad, also in Temperaturen von nicht viel unter 100°, oder auch wiederholtes kurzes Aufkochen in Zwischenräumen, die den Sporen das Auskeimen gestatten. Beim Trinkwasser genügt meist schon das Aufkochen zur Zerstörung der darin etwa enthaltenen pathogenen Bakterien.

Die Verbreitung der Bakterien übertrifft an Ausdehnung die fast sämtlicher anderer Pflanzenklassen; es gibt keinen Teil der Erde, wo die Bakterien gänzlich fehlen, es seien denn die vereisten Polarzonen, wo sie ja keine Gelegenheit haben, sich zu entwickeln, und wo die Zahl der durch den Wind hingeführten Keime auch sehr gering sein wird. Am häufigsten sind sie natürlich dort, wo sich tote organische Substanz in größter Menge findet, so in Morästen, in Gräben, die von Vegetation bedeckt sind, und in Pfützen, ferner in Abfallgruben der menschlichen Wohnungen usw. Aber auch äußerlich klares Wasser vermag ungezählte Massen von Bakterien zu beherbergen, selbst in destilliertem Wasser konstatierte man bis zu 80 000 Bakterien im Kubikzentimeter.

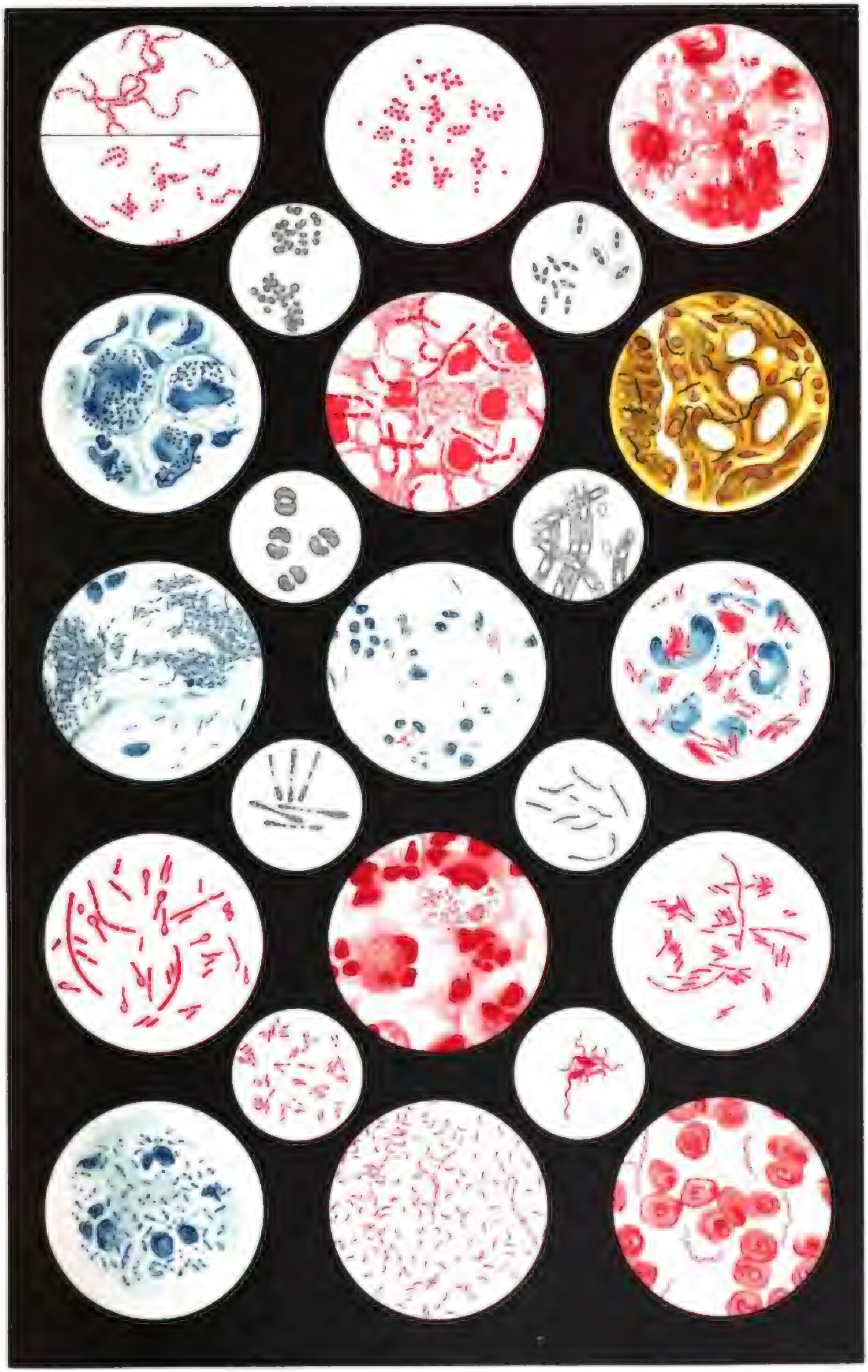
Die pathogenen Arten sind im allgemeinen auf die Wirtsorganismen beschränkt und verbreiten sich gewöhnlich unmittelbar durch Infektion. Häufig aber gelangen sie durch Auswurf, Unrat, Spülwasser oder verunreinigte Wäsche in Brunnen und Wasserläufe und verbreiten sich von dort wieder auf andere Organismen.

Daß die Schizomyzeten alte Bewohner unserer Erde sind, geht aus den Zersetzungserscheinungen hervor, die an fossilen Organismen beobachtet werden können, auch hat man mehrere Arten der Gattungen Bacillus und Micrococcus aus älteren Sedimentärschichten sogar beschreiben können, z. B. solche, die man in den Koprolithen im Darme fossiler Fische der Dyasformation oder in Hölzern aus der Steinkohlenperiode, ja sogar aus der Devonzeit beobachtet hat.

Bei der Schwierigkeit der Erkennung der Arten direkt unter dem Mikroskop hat man sehr feine Färbe- und Kulturmethoden ausgebildet. Auch die pathogenen Arten vermag man schon großenteils auf künstlichem Nährboden zu kultivieren, besonders auf sterilisierter Nährgelatine (Fleischwasserpeptongelatine), auf Fleischwasser mit Agar, auf Blutserum sowie in Bouillon, Milch, auf Hühnereiweiß usw., manchmal auch auf gekochten Kartoffeln oder Pflanzenaufgüssen. Man macht entweder Plattenkulturen, indem man die mit den Bakterien gemischte flüssige Gelatine auf sterilisierte Glasplatten ausgießt und dort erkalten läßt, oder man legt in Reagenzgläsern in erstarrter Nährgelatine usw. Stichkulturen (Abb. 1, Y) oder auf der schrägen Oberfläche der Gelatine Strichkulturen an. Die Reagenzgläser werden mehr für Reinkulturen einzelner Bakterienarten, die Plattenkulturen zur Isolierung der einzelnen Arten aus einem Gemenge benutzt. Oft ist es schon möglich, bei den Reinkulturen durch äußere Merkmale, wie Form und Farbe der Bakterienkolonien, Glanz, Struktur, Ausbildung des Randes, Art der Verflüssigung, Verfärbung, Trübung oder Gasbildung im Nährsubstrat, die einzelnen Arten voneinander zu unterscheiden.



Pathogene Bakterien des Menschen.



Pathogene Bakterien des Menschen.

Die Einteilung der Spaltpilze in Untergruppen hat sehr viele Wandlungen durchgemacht und muß natürlich sehr verschieden ausfallen, je nachdem man nur die Formen berücksichtigt oder auch die Sporen- und Geißelbildung sowie Eigentümlichkeiten der Lebensweise als unterscheidende Merkmale in den Vordergrund stellt. Außerdem haben die nicht mit den Gepflogenheiten der botanischen Systematik und Terminologie vertrauten Mediziner, die sich mit den Bakterien beschäftigten, häufig zur Verwirrung der Nomenklatur beigetragen. Man teilt die Spaltpilze vielleicht am besten in sieben Familien, in die Coccaceae oder Kugelbakterien, die Bacteriaceae oder Stäbchenbakterien, die Spirillaceae oder Schraubenbakterien, die Chlamydobacteriaceae oder Scheidenbakterien, die Beggiatoaceae oder Schwefelfadenbakterien, die Rhodobacteriaceae oder Purpurbakterien und die Myxobacteriaceae oder Schleimbakterien.

Die Familie der **Coccaceae (Kokken)** oder **Kugelbakterien** zeichnet sich durch kugelrunde Zellen aus, die sich nach ein, zwei oder drei Richtungen teilen, und zwar derart, daß die Teilungszellen sich erst nach der Teilung wieder zu kugeliger Gestalt abrunden. Echte Sporen sind nur bei wenigen Arten festgestellt. Am bekanntesten und wichtigsten sind die beiden Gattungen Streptococcus und Micrococcus, von denen bei ersterem die Zellen infolge der Teilung nach nur einer Richtung hin häufig rosenkranzartige Schnüre bilden, während sie bei letzterem sich nach zwei Richtungen hin teilen.

Die Gattung Streptococcus oder Schnur-Kugelbakterium umfaßt etwa 20 Arten.

Zu ihr gehört von pathogenen Arten vor allem der Ketten-Eiterkokkus, S. pyogenes (Abb. 1, A, Taf. 2, A), der oft die Ursache von Entzündungen und Eiterungen aller Art ist, aber auch häufig edlere Teile angreift und bei Kindbettfieber, Pyämie, Osteomyelitis, Herzkrankheiten usw. von ernster Bedeutung sein kann. Wohl identisch mit ihm ist S. erysipelatos, der bei der Rose und anderen schweren Entzündungen vorkommt. Nicht pathogen ist der sogenannte Froschlaichpilz, S. mesenterioides (Abb. 1, B), der mächtige, froschlaichartige Gallertmassen bildet, in denen die kleinen kugeligen Zellen als unterbrochene Fäden zerstreut sind; wegen der Ähnlichkeit mit der Spaltalge Nostoc hat man diese Gallertschleim hervorbringenden Kugelbakterien auch als besondere Gattung Leuconostoc angesehen. Früher war dieser die Dextringärung der Melasse hervorrufende Pilz in Zuckerfabriken sehr häufig und hat dort infolge seiner schnellen Vermehrung bedeutenden Schaden angerichtet, indem er innerhalb eines Tages große Bottiche melassehaltigen Zuckersaftes mit Gallertmasse füllte und sogar die Abwassergruben verstopfte. Jetzt weiß man ihn durch Sauberkeit und chemische Mittel zu bekämpfen, und daher ist er bei weitem nicht mehr so häufig wie früher. Interessant ist die Tatsache, daß auf festem, zuckerfreiem Nährboden dieser Pilz keine Gallerthüllen bildet. Ein häufiger Schleimfluß mancher Bäume wird von einem nahen Verwandten dieser Art, S. (Leuconostoc) Lagerheimi, hervorgerufen. Auch ein in reifem Käse auftretender und vielleicht an dessen Reifungsprozeß beteiligter Pilz, S. tyrogenes, gehört in diese Gattung.

Viele hundert Arten sind von der Gattung Micrococcus oder Trauben-Kugelbakterium bekannt, darunter zahlreiche pathogene.

Vor allem häufig ist der gewöhnlich als Staphylococcus bezeichnete Trauben-Eiterkokkus M. pyogenes (Abb. 1, C, Taf. 2, B, C), der in der Kultur goldgelbe, weiße oder zitronengelbe Kolonien bildet; namentlich der goldgelbe Eiterkokkus, M. pyogenes aureus, gehört zu den gewöhnlichsten Eiterbakterien und gibt besonders oft zu Furunkeln Anlaß; auch ist er der Erreger der Eiterung der Talgdrüsen und Haarwurzeln, also der sogenannten Mitesser. Wenngleich er gewöhnlich lokalisiert bleibt, vermag er doch auch schwere septische und pyämische Krankheiten herbeizuführen. Der Erreger des Trippers, M. gonorrhoeae (Abb. 1, D, Taf. 2, D, E), gehört gleichfalls in diese Gattung; er ist ja bekanntlich auch häufig durch Infektion der Augen die Ursache von Erblindung. In den Geweben findet man ihn fast stets innerhalb der Eiterzellen paarweise oder als semmelförmige, in Teilung begriffene Zellen. M. melitensis ist der Erreger des im Mittelmeergebiet und in den Tropen weitverbreiteten und nicht selten gefährlichen Maltafiebers, das mit der Malaria nichts zu tun hat und daher auch durch Chinin nicht bekämpft werden kann. M. variolae ovinae findet sich in der Lymphe der Schafpocken. Auch zu dieser Gattung gehören Schleimflußerreger der Bäume, so M. amylovorus, die Ursache eines sehr gefährlichen Schleimflusses der Äpfel- und Birnbäume in Amerika, und der bei uns an verschiedenen Bäumen auftretende, den braunen Schleimfluß veranlassende M. dendroporthos.

Die nicht pathogenen Arten unterscheiden sich außer durch ihre Nährstoffe und die Reaktionen in diesen häufig schon durch die Farbe der Kolonien: es gibt unter den Pigment-Mikrokokken gelbe (M.

luteus), orange (M. aurantiacus), zinnoberrote (M. cinnabareus), rote (M. ruber), milchweiße (M. candicans) Farbstoffe ausscheidende Formen. Ferner ist es charakteristisch, ob die Zellen nach der Teilung als Zwillinge (Diplokokken) oder Vierlinge (Tetrakokken) nahe beieinander bleiben, oder ob sie Haufen bilden bzw. sich zerstreuen.

Diplokokken bildet z. B. der eine Milchsäuregärung erregende M. acidi lactici, Tetrakokken der eine Harnstoffgärung erregende und einen Geruch nach faulender Heringslake hervorrufende M. ureae. Auch M. tetragonus, der als Eitererreger bei Zahngeschwüren vorkommt, besonders aber im Tierkörper große kapselartige Gallerthüllen hervorbringt, gehört zu den Tetrakokken bildenden Arten. Starke Phosphoreszenz bewirkt M. phosphorescens. Von Wichtigkeit ist ferner der Nitritpilz, M. nitrosococcus, der im Erdboden die Ammoniakverbindungen in Nitrite überführt, sowie M. viscosus, der die Schleimgärung des Weines bewirkt und ihn fadenziehend und ungenießbar macht.

Nach drei Richtungen sich teilende Zellen hat die Gattung Sarcina oder Ballen-Kugelbakterium, die ebenfalls in zahlreichen, zum Teil Farbstoffe abscheidenden Arten vorkommt.

Besonders häufig und bekannt ist der Magenpilz, S. ventriculi (Abb. 1, E), der im menschlichen Magen, namentlich bei Magenkranken, vorkommt, ohne gerade ein Krankheitserreger zu sein; in zuckerhaltigen flüssigen Substraten bildet er sehr regelmäßige, an Warenballen erinnernde Pakete. S. pulmonum findet sich im Auswurf von Phthisikern, S. Welckeri in der Harnblase beim Menschen, ohne daß er schädlich zu sein scheint.

Gering an Zahl sind die bisher bekannten geißeltragenden Kugelbakterien, die den Gattungen Planococcus und Planosarcina (Abb. 1, F) angehören, je nachdem sie sich nach zwei oder drei Raumrichtungen teilen. Eine wirtschaftliche Bedeutung kommt ihnen nicht zu, meist begegnet man ihnen gelegentlich in Kulturen, Abkochungen von Heu usw.

Die Familie der **Bacteriaceae** oder **Bakterien** zeichnet sich durch zylindrische, verschieden lange, gerade oder schwach gekrümmte, aber nicht schraubige Zellformen aus. Manche Formen umgeben sich durch Aufquellung der Außenmembran mit einer Schleimhülle. Die Zelle teilt sich, nachdem sie durch Wachstum ungefähr die doppelte Länge erreicht hat; oft bleiben die Tochterzellen vereinigt und bilden lange Zellfäden. Sporen finden sich häufig, und zwar in verschiedener Lagerung und Aufsprengung bei der Keimung. Zilien als Bewegungsorgane kommen bei zwei der drei Gattungen vor. Zu den je mehrere hundert Arten umfassenden Gattungen Bacterium und Bacillus gehören bei weitem die meisten Krankheitserreger unter den Spaltpilzen, während Pseudomonas verhältnismäßig wenig pathogene Arten aufweist.

Die Gattung Bacterium oder Stäbchenbakterium besteht aus über 200 Arten.

Eine der bestbekannten pathogenen Arten dieser Gattung ist der Erreger des Milzbrandes, B. anthracis (Abb. 1, G, Taf. 2, H J), da er sich leicht kultivieren läßt und aus relativ großen Zellen besteht; er bildet nur bei höherer Temperatur (am besten bei 30° C) und bei reichlichem Zutritt von Sauerstoff Sporen und verliert diese Fähigkeit schon bei Zusatz geringer Mengen von Bakteriengift dauernd. Bei längerer Kultur über 40° C büßt er auch seine Virulenz oder Giftwirkung ein. Auf Plattenkulturen ist er durch die lockenkopfartige Form der Kolonien charakterisiert, in Stichkulturen bilden die Kolonien vom Stichkanal aus haarförmige Fortsätze unter Verflüssigung der Gelatine. Außerhalb des Tierkörpers hält sich der Pilz lange an feuchten Orten und vermag daher das dort weidende Vieh immer wieder zu infizieren, namentlich da gerade der durch den Magen aufgenommene Infektionsstoff den Tieren am gefährlichsten ist. Beim Menschen ist die Krankheit seltener; sie tritt als Darmmilzbrand und als Milzbrandkarbunkel auf, am gefährlichsten aber als Hadernkrankheit, bösartige Lungenentzündungen, denen Leute, die mit Häuten und Lumpen hantieren, besonders ausgesetzt sind. Bei Milzbrandkranken finden sich diese Bakterien massenhaft im Blut, vor allem in den Kapillargefäßen. Ein anderes den Tieren gefährliches Bacterium ist B. mallei (Taf. 2, R), der Erreger der Rotzkrankheit der Pferde, der auch auf den Menschen übertragbar ist. Nicht auf den Menschen übertragbar sind andere von Arten dieser Gattung hervorgerufene Tierkrankheiten, wie der Schweinerotlauf, die Wild- und Rinderseuche, die Hühner- und Entencholera.

Von den beim Menschen Krankheiten hervorrufenden Bakterien ist das gefährlichste das Pest-Bakterium, B. pestis, der Erreger der Bubonenpest (Taf. 2, K).

Es stellt sich dar als ovale, aber vielgestaltige unbewegliche Stäbchen ohne Sporenbildung, welche die Färbung ungleichmäßig aufnehmen und in der Mitte farblos bleiben; man findet diesen Spaltpilz in den Pestpusteln, im Lungengewebe, in der Milz und auch im Blut. Endemisch ist die Pest an einigen Stellen der wärmeren Länder, besonders in Indien, Ägypten, Uganda und Brasilien. Außer dem Menschen leiden besonders die Ratten an dieser Krankheit, so daß gewöhnlich ein allgemeines Sterben der Ratten auf Schiffen und in Ortschaften eine Epidemie einleitet. Übertragen wird die Bubonenpest hauptsächlich durch einen Rattenfloh, Pulex cheopis, der auch gelegentlich auf Menschen vorkommt. Die Einschleppung in Europa sucht man hauptsächlich durch Vernichtung der Ratten auf den Schiffen zu hindern. In Indien gehört die Pest noch zu den gefährlichsten Krankheiten, starben doch dort im Jahre 1905 nicht weniger als 940821 Menschen an Pest und 1904 kaum weniger.

Auch die wichtigsten Lungenkrankheiten werden durch Vertreter der Gattung Bakterium verursacht.

So ist z. B. B. pneumoniae (Abb. 1, J, Taf. 2, F, G) der Erreger der kruppösen Pneumonie, während das längere Stäbchen besitzende B. pneumonicum (Abb. 1, H), das früher als die Ursache der Lungenentzündung galt, wohl nur geringere Bedeutung hat. Beide Bakterien sind von einer Gallerthülle umgeben. Am wichtigsten ist aber das Tuberkulose-Bakterium, B. tuberculosis (Abb. 1, K, Taf. 2, N, O), dessen schwach gekrümmte Stäbchen keine Sporen bilden und nur sehr schwer Farbstoffe aufspeichern, sie aber dann sehr fest halten; man färbt deshalb die Präparate mit Fuchsin, entfärbt mit Salpetersäure und färbt dann wieder mit einer Kontrastfarbe (z. B. Methylenblau): die Bakterien treten dann, da sie die ursprüngliche rote Färbung bewahren, sehr scharf hervor. Außerhalb lebender Organismen vermag sich dieser gefährliche Spaltpilz von selbst nur kurze Zeit zu erhalten und wird daher namentlich durch die Auswürfe übertragen oder auch durch die Milch tuberkulöser (perlsüchtiger) Kühe. Obgleich der Tuberkulose-Spaltpilz hauptsächlich die Lunge befällt, wird doch auch zuweilen der Darm infiziert, und der Lupus, eine gefährliche Hautkrankheit, beruht auf derselben Ursache. Die sehr ähnlichen Bakterien der Hühnertuberkulose sind viel widerstandsfähiger.

Andere wichtige Arten der Gattung sind die Erreger von Aussatz, Diphtheritis und Influenza.

Das die Lepra oder den Aussatz hervorrufende B. leprae (Taf. 2, P) ist den Tuberkelbakterien sehr ähnlich, sogar in den Reaktionen. Der Erreger der Diphtheritis, B. diphtheritidis (Abb. 1, M, Taf. 2, L, M), ist ein verhältnismäßig großes, in den während dieser Krankheit gebildeten Belagen des Rachens, den sogenannten Pseudomembranen, massenhaft vorkommendes, aber bald von anderen Stab- und Kugelbakterien überwuchertes Bakterium, das sich leicht kultivieren läßt und sich durch abgerundete, häufig hantelartig verdickte Enden auszeichnet. Der von ihm auch in Kulturen ausgeschiedene giftige Eiweißstoff, ein Toxalbumin, gehört zu den stärksten bekannten Giften. Ein überaus kleines, noch nicht $^1/_{2000}$ mm breites Bakterium ist der Erreger der Influenza, B. influenzae (Abb. 1, L, Taf. 2, Q). Dieser Spaltpilz läßt sich nur in Berührung mit roten Blutkörperchen kultivieren und bewahrt auch dann nur kurze Zeit seine Lebensfähigkeit.

Auch die Zahl der nicht pathogenen Arten ist in dieser Gattung groß.

Vor allem ist das Essigbakterium, B. aceticum (Abb. 1, N), zu erwähnen. Es vergärt den Alkohol, einen für die meisten Bakterien giftigen Stoff, und erzeugt dabei Essigsäure; dieser Pilz ist es, der gewöhnlich das Sauerwerden von Fruchtsäften, Alkohol und Bier verursacht, wozu er aber freien Sauerstoff braucht, so daß der Inhalt gefüllter und fest verkorkter Flaschen vor dieser Gärung sicher ist. Es sind kurze, sich mit Jod gelb färbende Stäbchen, die aber häufig durch Anschwellung sehr eigenartige Formen annehmen. Das Sauerwerden der Milch, besonders bei hoher Sommertemperatur, wird gewöhnlich durch das kurze und dicke Milchsäurebakterium, B. acidi lactici (Abb. 1, O), bewirkt, wobei der Milchzucker vergoren wird; falls hierbei ein Prozent Milchsäure entstanden ist, stellt das Bakterium seine Gärtätigkeit ein; das gleichzeitige Gerinnen des Kaseins ist eine Wirkung der Milchsäure. Andere Milchbakterien sind das Kefirbakterium, B. caucasicum, mit dessen Hilfe in Zentralasien und am Kaukasus aus Stutenmilch ein gesundes und schwach berauschendes Getränk, der Kefir, hergestellt wird, wobei freilich auch andere Pilze, besonders Hefepilze, eine Rolle spielen. Wegen der zwei Sporen und der hantelartig verdickten Enden jeder Zelle wird der Kefirpilz auch als Dispora caucasica bezeichnet. Neuerdings ist das Yoghurtbakterium, B. bulgare, als Medikament in Aufnahme gekommen, ein Milchsäurebakterium, mit dessen Hilfe in den Balkanstaaten und Kleinasien aus stark eingekochter Kuh- und Schafmilch eine Art Dickmilch, der Yoghurt, hergestellt wird. Dieser Spaltpilz soll die Eigenschaft haben, durch seinen kräftigen Stoffwechsel die Vermehrung schädlicher anderer Bakterien im

Darm zu hemmen und so etwaige giftige Ausscheidungen dieser Gärungs- und Fäulnisvorgänge im Darm zu verhindern; hiermit bringt man das hohe Alter vieler Bulgaren in Zusammenhang. Ein den Harnstoff zu kohlensaurem Ammoniak energisch vergärendes Bakterium ist das Harnbakterium, B. ureae. Für den Ackerbau wichtig ist das Nitratbakterium, B. nitrobacter, das die Nitrite im Boden in Nitrate umwandelt.

Auch chromogene Arten sind zahlreich in der Gattung, besonders solche, die gelbe Farbstoffe entwickeln; B. chrysogloea bildet z. B. prächtige goldgelbe Kolonien. Leuchtendes Fleisch bewirkt B. phosphoreum.

Die Gattung Bacillus, Bazillus oder Wimperbakterium unterscheidet sich von der Gattung Bacterium durch das Vorhandensein wimperartiger Zilien, deren Zahl aber sehr verschieden ist: manche Arten haben vier bis sechs, andere sind ganz von Zilien eingehüllt.

Zu den pathogenen Arten gehört vor allem der Typhusbazillus, B. typhi (Abb. 1, Q, Taf. 2, T, U), der Erreger des Unterleibstyphus, ein typischer fakultativer Parasit des Menschen, der ebensogut in feuchter Erde, Wasser usw. zu leben vermag und fast stets aus verseuchtem Wasser durch den Verdauungskanal in den menschlichen Körper eindringt, wo er sehr selten im Blut, häufig hingegen in den Darmzotten sowie in der Milz und der Leber nachgewiesen worden ist. Übertragung auf Tiere ist erst in neuester Zeit bei menschenähnlichen Affen gelungen. Es sind gewöhnlich kurze, häufig kettenartig miteinander verbundene Zellen, die namentlich in jugendlichen Stadien vermittelst eines seitlichen Geißelbüschels beweglich sind; sie sind leicht zu kultivieren, vor allem bei höherer Temperatur, sie wachsen sogar auf Kartoffeln sehr gut, sind aber schwer von ähnlichen Formen zu unterscheiden. Sporenbildung ist nicht bekannt, der Bazillus ist aber auch ohne eine solche sehr widerstandsfähig, besonders gegen Austrocknung. Die unter dem Namen B. coli bekannten darmbewohnenden, wohl gleichfalls durch verunreinigtes Wasser übertragenen Bazillen sind sehr ähnlich, aber wahrscheinlich unschädlich; im Gegensatz zum Typhusbazillus sind ihre Kulturen auf Kartoffeln dem Auge sichtbar; die Zahl der Zilien beträgt nur 4 bis 8, und in Traubenzuckergelatine entwickeln sie Gase.

Der Erreger des Starrkrampfes, B. tetani (Abb. 1, S, Taf. 2, S), ist streng anaërob, d. h. er entwickelt sich nur bei Abschluß der Luft, am besten bei Bluttemperatur. Die kugeligen, an einem verdickten Ende der Zellen sich ausbildenden Sporen halten sich in eingetrocknetem Zustand jahrelang; die rings Zilien tragenden Zellen sind gewöhnlich nicht sehr beweglich. Außer im Wundsekret findet man den Pilz auch in Erde, Jauche, Mauertrümmern usw.

Die Ruhr oder Dysenterie wird zwar in der Mehrheit der Fälle von tierischen Protozoen hervorgerufen, nämlich von den zu den Amöben gerechneten Entamoeba histolytica und tetragena, doch sind auch Spaltpilze, besonders B. dysenteriae, als Erreger dieser Krankheit konstatiert worden.

Bei Tieren ist das anaërobe, durch zopfförmig zusammenklebende Zilien ausgezeichnete B. carbonis der Erreger des Rauschbrandes; B. oedematis, gleichfalls anaërob, bewirkt Wundinfektionen bei Tieren; B. suicida ist der Erreger der gefürchteten deutschen Schweineseuche; B. typhi murium ist der Erreger einer tödlichen Krankheit der Feldmäuse und dient zur erfolgreichen Bekämpfung derselben. Unter den Pflanzenkrankheiten ist B. phytophthorus zu erwähnen, der die sogenannte Schwarzbeinigkeit der Kartoffeln veranlaßt.

Auch die nicht pathogenen Arten der Gattung Bacillus sind recht zahlreich.

Die bekannteste ist der sogenannte Heubazillus, B. subtilis (Abb. 1, P). Ihn kann man durch einstündiges Aufkochen von Heuaufguß fast rein erhalten, da hierbei fast einzig die Sporen dieses Pilzes am Leben bleiben, während die sogenannten falschen Heubazillen absterben. Lange vor der Sporenbildung kommen die beweglichen, Zilien tragenden Zellen (Abb. 1, P 4), deren Membran man dadurch, daß man den Zellinhalt durch chemische Mittel zur Zusammenziehung bringt, leicht sichtbar machen kann (Abb. 1, P 5), zur Ruhe und wachsen zu ganzen Fäden aus (Abb. 1, P 1, 2). Die Sporen keimen mit einem äquatorialen Riß (Abb. 1, P 3). Ähnlich, auch hinsichtlich der Keimung der Sporen, verhält sich der Riesenbazillus, B. megatherium, ein wegen seiner Größe besonders zur Untersuchung geeigneter, langsam beweglicher Bazillus mit kurzen und derben, fädig aneinandergereihten Zellen. Äußerst widerstandsfähige Sporen besitzt B. vulgatus, der auch an der Naßfäule der Kartoffeln beteiligt ist und kurze Stäbchen mit welligen, über die ganze Zelle zerstreuten Zilien bildet. Man erhält ihn leicht durch Aufkochen von Kartoffeln, indem hierdurch andere Bakterien vernichtet werden. Weit zahlreicher sind die Zilien noch bei B. vulgaris (Abb. 1, R), dessen kürzere oder längere, sehr bewegliche Stäbchen sie wie ein Pelz einhüllen; dieser Spaltpilz ist sehr häufig der Erreger der Fäulnis von Eiweißstoffen. Die Buttersäuregärung der Milch unter Koagulierung des Kaseins wird hauptsächlich durch den anaëroben Butterbazillus B. butyricus bewirkt, besonders nachdem das Milchsäurebakterium den Sauerstoff

aufgebraucht hat. Der Butterbazillus entwickelt große eiförmige Sporen in den aufgeschwollenen kurzen Stäbchen, wächst übrigens auch in allerhand Kohlehydraten, wie Stärke- und Zuckerlösungen. Viel größer ist ein ähnlich wirkender, in Jod sich blau färbender Bazillus, B. amylobacter (Abb. 1, T), dessen Zellen bei der Sporenbildung spindelförmig werden; er soll auch Zellulose lösen.

Von eigenartiger Bedeutung ist der früher als Micrococcus angesehene Hostienpilz, B. prodigiosus. Seine kleinen, länglich eiförmigen Stäbchen tragen über den ganzen Körper zerstreute Geißeln. Dieser Bazillus ist ziemlich selten, wächst aber, namentlich an feuchten Orten, auf den verschiedensten Substraten, besonders auf Nahrungsmitteln, wie Eiern, Milch, Brot, Kartoffeln usw.; wo er sich eingenistet hat, ist er schwer zu vertreiben, was um so unangenehmer ist, als er nicht nur einen blutroten Farbstoff ausscheidet, sondern auch durch Aussonderung von Trimethylamin einen sehr unangenehmen Geruch nach Heringslake hinterläßt. Im Mittelalter hat man die roten Kolonien für Blutspuren gehalten, und die Geschichten von Hostienschändung beruhen im wesentlichen auf der Gegenwart dieser Spaltpilze, desgleichen die sogenannten „Wunder Christi" der Fanatiker und Schwindler, die vermutlich durch feuchte, mit organischen Stoffen getränkte, dem Körper aufgelegte Binden veranlaßt wurden, auf denen der Bazillus wuchs. Zuweilen nimmt der Pilz in Bäckereien überhand und ist dort als Blutkrankheit des Brotes schädlich. Ein gleichfalls roter Pilz, Micrococcus haematodes, der an den feuchten Stellen des menschlichen Körpers, besonders in den Achselhöhlen, wächst, bewirkt das sogenannte Blutschwitzen.

Von großer Wichtigkeit ist ein Bazillus, der die an den Wurzeln der Leguminosen entstehenden Knöllchen bewohnt, B. radicicola, auch als Rhizobium leguminosarum bekannt. Er bildet kurze Stäbchen, aber auch, namentlich in späteren Stadien, allerlei geschwollene oder gar gegabelte Zellen, sogenannte Involutionsformen; selbst kleinere lebhaft bewegliche Stadien kennt man. Den verschiedenen Leguminosen kommen besondere Rassen zu, die auf anderen Leguminosen keine Wurzelknöllchen bewirken. Sie haben, ebenso wie B. Pasteurianus, die Eigenschaft, den freien Stickstoff der Luft aufzunehmen und mit anderen Stoffen in organische Materie überzuführen. Indem sie absterben, bereichern sie die Erde mit gebundenem Stickstoff, und dies ist der Grund, weshalb man jetzt allgemein Leguminosen in den Fruchtwechsel einzuschieben pflegt.

Die Gattung Pseudomonas oder Geißelbakterium zeichnet sich durch meist büschelig stehende, seltener nur in Einzahl vorhandene Geißeln aus. Sie umfaßt eine große Zahl Farbstoffe produzierender Arten.

Besonders verbreitet sind fluoreszierende grüne bis stahlblaue Färbungen, wie sie z. B. die in Seen und Fabrikabwässern sehr häufige, aber auch im Trinkwasser vorkommende P. putrida sowie die ebenfalls im Wasser auftretende P. fluorescens erzeugen. Einen intensiv dunkelvioletten Farbstoff gibt P. violacea, einen tief indigoblauen P. berolinensis, die beide gleichfalls im Flußwasser leben, während P. rosacea einen schön metallisch rosaroten Farbstoff ausscheidet. P. syncyanea, welche die Blaue Milch verursacht, bildet neben dem fluoreszierenden Farbstoff einen braunen in alkalischen, einen stahlblauen in sauren Lösungen. Auch der Erreger des Blauen Eiters, P. pyocyanea, eine früher mit Unrecht für harmlos gehaltene Art, erzeugt einen grün fluoreszierenden Farbstoff. P. europaea (Abb. 1, V), die nur eine, nicht sehr lange polare Geißel besitzt, ist wirtschaftlich von Bedeutung, da sie einen der wichtigsten Salpeterbildner im Boden darstellt; P. javanensis, eine andere Nitrobakterienart (Abb. 1, U), besitzt eine Geißel, die bis 20mal länger ist als der Körper der Zelle. Eine schädliche Pflanzenkrankheit, den Hyazinthenrotz, bewirkt P. hyacinthi.

Die Familie der **Spirillaceae** oder **Schraubenbakterien** zeichnet sich durch schraubig gewundene oder wenigstens deutlich gekrümmte Zellen aus, die bei Spirochaete biegsam, bei den übrigen Gattungen starr sind. Von letzteren besitzt Spirosoma keine Bewegungsorgane, Microspira eine, selten zwei bis drei Geißeln, während Spirillum polare Zilienbüschel trägt.

Zu der Gattung Spirosoma oder Starr-Schraubenbakterium gehören nur wenige Arten, darunter dem Cholerabazillus ähnliche, aber unbewegliche Formen. S. nasale bildet im Nasenschleim und in der Mundhöhle krumme, unbewegliche, oft zu Schrauben verbundene Zellen.

Die Gattung Microspira oder Geißel-Schraubenbakterium ist nicht sehr artenreich. Die wichtigste Art ist der Cholera-Spaltpilz, M. comma (Abb. 1, X; Taf. 2, X), der mit seinen leicht gebogenen, seltener schraubig vereinigten plumpen Zellen sich schwer

von ähnlichen Arten unterscheiden läßt; auch die polaren Geißeln (1, seltener 2—3) finden sich ähnlich bei anderen Arten, z. B. bei M. Finkleri, dem falschen Cholera-Spaltpilz (Abb. 1, Y), einem harmlosen Bewohner des Verdauungskanales, den man früher für den Erreger von Cholera nostras hielt.

In der Stichkultur verflüssigt letzterer die Gelatine viel schneller (Abb. 1, Y), während der echte Cholera-Spaltpilz an der Einstichstelle eine luftführende Einsenkung zeigt (Abb. 1, X). Auch auf Plattenkulturen sind deutliche Unterschiede wahrnehmbar, indem die Kolonien von M. comma scharf umrandet sind und ein höckeriges, glitzerndes Aussehen haben, während die von M. Finkleri unscharf begrenzt sind, nicht glitzern und keine Höcker haben; ferner tritt bei der ersteren Art durch etwas Schwefelsäurezusatz die rosafarbene Nitro-Indolreaktion ein, bei der letzteren nicht. Sporen scheint der Cholera-Spaltpilz nicht zu bilden, und er ist daher auch durch hohe Temperaturen leicht abzutöten, wozu schon eine halbstündige Erwärmung auf 60° C genügt. Ebenso vermag er Austrocknung von wenigen Tagen nicht zu überstehen und die Einwirkung der Säure eines gut funktionierenden Magens nicht zu vertragen. Diese geringe Widerstandsfähigkeit, auch gegen Kälte, gleicht der Cholerabazillus aber durch schnelle Vermehrung aus, besonders in wärmeren Gegenden sowie bei Bluttemperatur. Er vermag auf den verschiedensten Nährboden zu wachsen und erhält sich daher in warmen Gegenden, besonders in Ostindien, wo die Cholera allein endemisch ist, auch wohl außerhalb des Menschen andauernd. In kühleren Gebieten wird dieser Spaltpilz im allgemeinen durch Wasser übertragen, das durch Auswürfe von Kranken oder infizierte Wäsche verseucht wird, weshalb Schiffer und Wäscherinnen am ehesten der Infektion ausgesetzt sind. Eine ganze Reihe anderer, nahestehender, aber nicht pathogener Arten dieser Gattung ist bisher ausschließlich im Wasser gefunden worden. Weitere Arten bewohnen wiederum verschiedene organische Materien; so ist z. B. M. tyrogena auf altem Käse festgestellt worden.

Die Gattung Spirillum oder Schopf-Schraubenbakterium zählt gleichfalls nicht viele Arten; echte Sporenbildung ist nur von wenigen Arten bekannt; die Zahl der oft miteinander verklebten polaren Geißeln ist bei den einzelnen Arten nur schwer bestimmbar.

Es sind im wesentlichen Organismen, die im faulenden Wasser vorkommen, so z. B. S. undula und das ähnliche, aber schlankere und kleinere S. tenue (Abb. 1, Z). S. volutans ist eine der größten Spaltpilzarten: seine Zellen sind 3—5 Hundertstel Millimeter lang und 2—2½ Tausendstel Millimeter breit.

Von der Gattung Spirochaete oder Schlängel-Schraubenbakterium sind erst sehr wenige Arten bekannt, und zwar sind es meist pathogene Arten. Sie bewegen sich schlangenartig und drehen sich auch um ihre eigene Achse. Die Schraubenwindungen sind meist viel enger als bei Spirillum. Es ist zweifelhaft, ob die Gattung hier ihren richtigen Platz findet; neuere Forschungen machen die Zugehörigkeit zu verschiedenen anderen, bis jetzt noch zu den Protozoen gestellten pathogenen Lebewesen wahrscheinlich. Besonders scheinen enge Beziehungen zu den Trypanosomen, den Erregern der Schlaf- und Tsetsekrankheit, zu bestehen; da diese, ebenso wie die Malariaplasmodien, die Pirosomen usw., keine feste Nahrung aufzunehmen scheinen, dürften sie freilich besser den Urpflanzen als den Urtieren einzuordnen sein.

Am bekanntesten ist S. Obermeieri (Abb. 1, b; Taf. 2, W), der Erreger des Rekurrens- oder Rückfalltyphus, der sich nur während der Fieberanfälle der Kranken, dann aber in großer Menge, im Blute zeigt; in den Intervallen verschwindet er dagegen, wahrscheinlich, weil er von den Phagozyten genannten weißen Blutkörpern vernichtet wird, bis auf wenige Reste, die durch ihre Vermehrung dann den folgenden Fieberanfall auslösen. Als Überträger dieser tropischen Krankheit sind in Afrika Zecken der Gattung Ornithodorus festgestellt worden; vielleicht kommen aber auch Läuse als Überträger in Betracht. S. pallida (Abb. 1, c; Taf. 2, V) ist seit einigen Jahren als der Erreger der Syphilis bekannt. Der mikroskopisch kaum davon unterscheidbare S. pertenuis ist der Erreger der in den Tropen weitverbreiteten, besonders häufig als Kinderkrankheit auftretenden Framböſie, einer sehr ansteckenden, himbeerähnliche Flecke verursachenden Hautkrankheit. Außer diesen beiden Krankheiten und einer Schweinekrankheit, die in der Haut ihren Sitz hat, sind alle bekannten Spirillosen wie das Rückfallfieber Blutkrankheiten; man kennt solche bei Gänsen, Hühnern, Flattertieren usw. Nicht pathogen ist S. plicatilis (Abb. 1, d), die in Sumpfwässern mit faulenden Algen häufig ist, und deren Schraubenzellen fast ¼ mm lang werden; nicht pathogen ist auch die im Zahnschleim sehr häufig vorkommende S. dentium.

Die Familie der **Chlamydobacteriaceae** oder **Fadenbakterien** zeichnet sich durch fadenförmige, von einer mehr oder minder deutlichen Gallertscheide umgebene Kolonien aus. Die Zellen vermehren sich durch Teilzellen oder Konidien, die aus der Scheide heraustreten und zuweilen mit Geißeln versehen sind. Die Zellfäden sind bei den meisten Gattungen unverzweigt, die Gattung Sphaerotilus oder Cladothrix zeichnet sich durch verzweigte Zellfäden aus. Von ersteren teilen sich die Zellen bei Streptothrix nach nur einer Richtung des Raumes, bei Crenothrix nach mehreren Richtungen.

Bei der Gattung Streptothrix oder Filz-Fadenbakterium haben die aus der Scheide tretenden Konidien (Abb. 1, e 3 u. 4) keine Eigenbewegung. Die Gattung besteht aus zahlreichen, im Wasser wachsenden Arten; diese bilden lange, zuweilen watteartig verfilzte Fäden, die bald von einer kaum erkennbaren oder sehr dünnen, bald von einer dicken gallertigen Scheide umgeben sind; teils sitzen sie an Holz usw. fest neben anderen Fadenalgen bzw. -bakterien (Abb. 1, e 1 u. 5), teils treiben sie als winzige schleimige Flöckchen umher. Neuerdings wird behauptet, daß die Lepra, der Aussatz, von einem Bakterium dieser Gattung, Streptothrix leproïdes, herrühre, also nicht von dem obenerwähnten Bacterium leprae.

Bei der Gattung Crenothrix oder Brunnen-Fadenbakterium keimen die sehr zahlreichen kugeligen, nicht beweglichen Konidien oft an den Fäden selbst und entwickeln so strahlige Seitenfäden (Abb. 1, f 1, 3 u. 4). Die einzige Art C. polyspora (Abb. 1, f) findet sich oft massenhaft in Wasserleitungen und Brunnen und vermag die Röhren völlig zu verstopfen.

Eine sehr nahe verwandte Gattung mit kaum sichtbarer Scheide, Phragmidiothrix, ist an der Ostsee gefunden worden; sie bildet bis $^1/_{10}$ mm lange Fäden.

Unter dem Namen Leptothrix ochracea ist eine sogenannte Eisenbakterie beschrieben worden; sie bewohnt die Gewässer sumpfiger Wiesen und oxydiert das lösliche kohlensaure Eisenoxydul zu Eisenoxydhydrat, das sich in den Scheiden der Zellfäden niederschlägt.

Weit mehr Arten umfaßt die Gattung Sphaerotilus (Cladothrix) oder Zweig-Fadenbakterium, deren Konidien mit Geißeln versehen sind (Abb. 1, h 3) und sich also selbsttätig bewegen.

Es sind meist Bewohner schmutziger Gewässer, so z. B. S. dichotomus (Abb. 1, h), der zuerst festsitzt, später aber häufig auf der Oberfläche der Gewässer sich ansammelt und eine Haut bildet, während S. natans als Schleimflocken in Fabrikabwässern auftritt. Anderseits ist eine Art, S. Foersteri, in den Tränenkanälen des menschlichen Auges gefunden worden, während S. bovis, auch Actinomyces bovis genannt (Abb. 1, g), der Strahlpilz, nicht nur den Tierkörper, speziell von Rindern und Schweinen, bewohnt, sondern auch in den Menschen eindringt, wo er Geschwülste verursacht und häufig den Tod herbeiführt. Seinen Namen hat er von der eigenartigen, an Kristalldrusen erinnernden Entwickelungsform in diesen Geschwülsten (Abb. 1, g 2), während er, auf Nährboden gezüchtet (Abb. 1, g 1), dem S. dichotomus ähnelt. Man nimmt an, daß er auf Gräsern und Getreide wächst und durch das Kauen von Ähren in den menschlichen Körper gelangt.

Die Familie der **Beggiatoaceae** oder **Schwefel-Fadenbakterien** weist wie die Chlamydobakterien fadenförmige Kolonien auf. Dagegen besitzen diese Bakterienfäden keine Scheide, dafür aber eine undulierende Membran, die ihnen Beweglichkeit verleiht. Auch haben die Zellen als Einschlüsse Schwefelkörner.

Die Hauptgattung, Beggiatoa, hat scheinbar ungegliederte Fäden, doch wird die Gliederung bei Jodzusatz sichtbar. Es sind verhältnismäßig große Bakterien, die entweder, wie B. alba (Abb. 1, i), in Schwefelthermen bzw. in verunreinigtem Wasser oder aber im Meere leben, wie z. B. B. mirabilis, deren Fäden bis $^{16}/_{1000}$ mm dick werden. Sie stellen eine Verbindung zu der zu den Spaltalgen gehörenden Gattung Oscillaria dar.

Bei einer zweiten Gattung, Thiothrix, haben die stäbchenartigen Teilzellen eine langsam kriechende Eigenbewegung. Die wenigen Arten dieser Gattung leben in Schwefelquellen und in Sumpfwasser.

Die Familie der **Rhodobacteriaceae** oder **Schwefel-Purpurbakterien** zeichnet sich durch roten oder violetten Farbstoff (Bakteriopurpurin) des Zellinhaltes aus, ferner durch den Besitz von Schwefelkörnern. Es wiederholen sich in dieser Familie die meisten bisher erwähnten Gattungsmerkmale; vor allem herrschen kugelige Formen vor, z. B. bei Thiopolycoccus ruber, Thiosarcina rosea, Thiopedia rosea, Thiocystis violacea. Geißeln finden sich bei der in Sümpfen vorkommenden Lamprocystis rosea persicina und bei Chromatium Okenii (Abb. 1, W). Es fehlt aber auch nicht an langgestreckten Arten; hierher gehören z. B. das schraubige, auf Algen Schleimüberzüge bildende Thiospirillum rufum sowie mehrere bis auf den Farbstoff mit Beggiatoa identische Formen.

Die Familie der **Myxobacteriaceae** oder **Schleimbakterien** besteht aus stäbchenförmigen, geißellosen, von verschleimter Membran umgebenen Zellen, die sich langsam

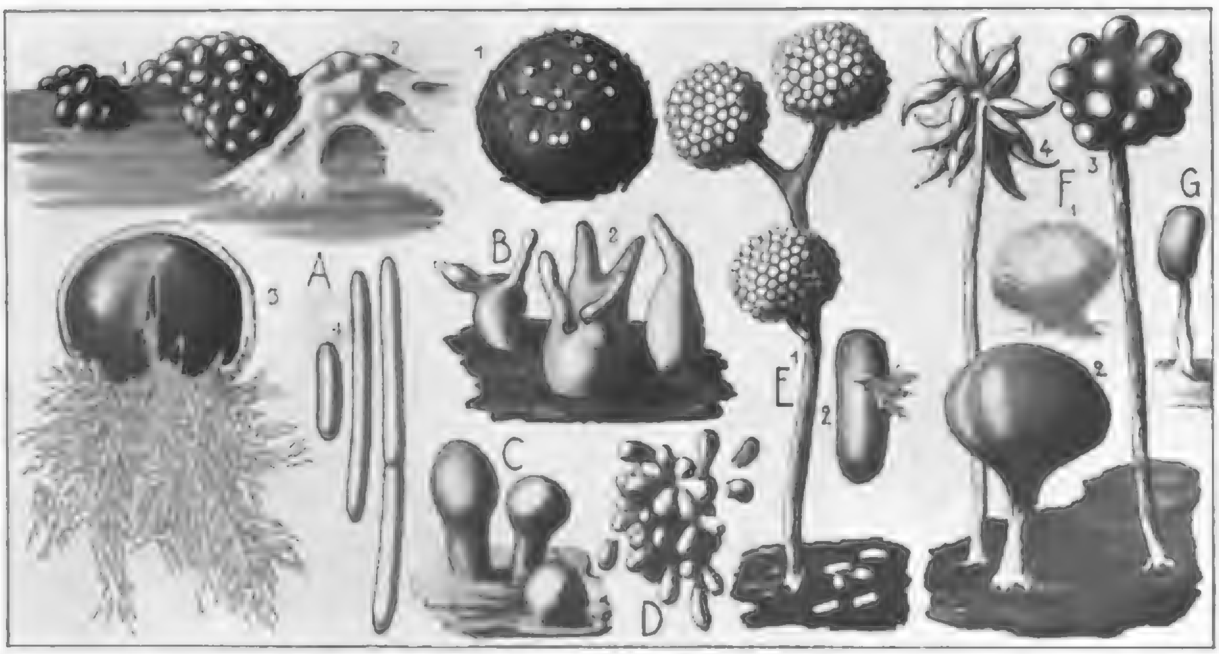


Abb. 2: Schleimbakterien (Myxobacteriaceae).

A Polyangium fuscum: 1 Zysten; 2 ein Pseudoplasmodium; 3 eine Zyste, aufplatzend; 4 stäbchenförmige Zellen.
B Myxococcus digitatus: 1 Kolonien auf Mist; 2 Zysten, vergrößert.
C Myxococcus clavatus: Zysten.
D Chondromyces erectus: Zystenkopf.
E Chondromyces crocatus: 1 Zystenköpfe auf verzweigtem Stiel; 2 aufplatzende Zyste.
F Chondromyces apiculatus: 1—4 Entwickelung des gestielten Zystenkopfes.
G Chondromyces gracilipes: gestielter Zystenkopf.

fortbewegen und zuweilen in vier bis sechs kugelige Sporen zerfallen. Charakteristisch ist, daß sich die Zellen, ähnlich wie diejenigen der Schleimpflanzen, zu einheitlichen Massen (Pseudoplasmodien) vereinigen; aus diesen entwickeln sich gestielte oder ungestielte, mit bloßem Auge sichtbare, zuweilen verzweigte oder köpfchenförmig gehäufte Zysten (Bläschen), die in ihrem Inneren stäbchenförmige, der Fortpflanzung dienende Zellen zur Ausbildung bringen. Bisher sind erst wenige Gattungen bekannt, die teils auf verrottetem Holz, teils auf Mist wachsen; namentlich von Chondromyces (Abb. 2, D—G) kennt man schon zahlreiche Arten, weniger von den Gattungen Polyangium (Abb. 2, A) und Myxococcus (Abb. 2, B, C), die sich alle durch ihre eigenartigen Zystenformen leicht voneinander unterscheiden lassen. Es gibt weder pathogene noch wirtschaftlich wichtige Arten in dieser Familie; um so größer ist ihre wissenschaftliche Bedeutung, weil sie eine Art Mittelstellung zwischen den Spalt- und Schleimpflanzen einnehmen.

Klasse 2:

Schizophyceae oder Spaltalgen.

Die Spaltalgen sind ein- oder vielzellige Pflanzen, die sich, wie wir sahen, hauptsächlich durch den Phykozyan genannten bläulichen Farbstoff von den Spaltpilzen unterscheiden. Dieser auch in einer violetten und in einer orangefarbenen Modifikation (Phykoxanthin) vorkommende, in Wasser lösliche und rot fluoreszierende Farbstoff ist mit dem in Wasser unlöslichen Chlorophyll gemischt in den Zellen vorhanden und bildet mit ihm zusammen zwischen blau oder blaugrün und rötlich-bräunlich oder gelblich variierende Farbenmischungen, die Phykochrom oder Zyanophyzin genannt werden. Diese Pflanzengruppe wird daher auch als Phycochromaceae oder Cyanophyceae bezeichnet. Der Farbstoff ist in dem peripherischen Protoplasma der Zellen enthalten, und zwar ist er hier an kleine Körnchen gebunden. Man hat lange nach einem Zellkern gesucht, ein solcher scheint aber nicht vorhanden zu sein und wird ersetzt durch das innere Plasma, den sogenannten Zentralkörper, der eine Anzahl Zentralkörner umschließt.

Die Vermehrung der Zellen geht in ähnlicher Weise vor sich wie bei den Spaltpilzen: geschlechtliche Vermehrung ist unbekannt, die Vermehrung geschieht ausschließlich durch einfache Zellteilung, und zwar entweder vor oder nach der Streckung der Mutterzelle. Die Tochterzellen trennen sich entweder gleich, was nur bei wenigen Arten der Fall ist, oder sie bleiben verbunden, entweder indem sie verschieden geformte Kolonien bilden (Abb. 3, C, D, E), oder indem sie zu Zellfäden aneinandergereiht bleiben; selten findet innerhalb dieser Fäden dann auch noch eine Teilung parallel zur Achse statt. Häufig lösen sich kürzere oder längere Teilstücke der Fäden als sogenannte Keimfäden oder Hormogonien ab und bilden später neue Fäden. Die Fäden können sich auch verzweigen, entweder mit echten oder mit unechten Verzweigungen; bei ersteren findet eine Teilung parallel zur Achse statt (Abb. 3, U), bei letzteren wächst der neue Fadenteil unter dem Endstück seitlich heraus (Abb. 3, T). Bei vielen Spaltalgen gibt es zwischen den gewöhnlichen Zellen oder an deren Basis etwas größere sogenannte Grenzzellen oder Heterozysten, die eine lebhaft gelb oder grün gefärbte Membran, aber einen meist wasserhellen farblosen Inhalt haben (Abb. 3, P, Q, T, V). Manche Formen zeichnen sich durch haarartige Enden der einzelnen Fäden aus (Abb. 3, V, W).

Häufig quillt die Membran stark gallertartig auf (Abb. 3, A, C, D, P, Q, U), und innerhalb dieser an einem festen Körper klebenden Scheiden vermögen manche Formen unter schwacher Drehung ihrer Längsachse sich vorwärts zu bewegen; vor allem aber zeigen die Hormogonien eine kriechende Bewegung, bevor sie sich festsetzen, um neue Kolonien zu bilden. Bewegung durch Geißeln oder Zilien wurde zwar in der Familie der Chroococcaceae bei Schwärmzellen beobachtet, ist aber noch nicht als sicher festgestellt anzusehen.

Neben der einfachen Zellteilung findet auch hier wie bei den Spaltpilzen gelegentlich eine endogene Zellvermehrung statt; der Inhalt einzelner, meist durch ihre Größe dazu prädestiniert erscheinender Zellen, die Konidangien genannt werden (Abb. 3, G, J), teilt sich in Vermehrungszellen oder Konidien. Auch Dauerzellen oder Sporen werden gebildet, indem sich gewöhnliche Zellen vergrößern, mit Reservestoffen füllen und eine dicke Wand erhalten (Abb. 3, R 3).

Die Klasse umfaßt sehr zahlreiche, in 7 bis 8 Familien vereinigte, meist mikroskopisch kleine Arten, die aber durch ihr massenhaftes Beisammenwohnen oft sichtbare, zuweilen sogar große Kolonien darstellen. Obgleich sie die Kohlensäure der Luft zu assimilieren vermögen,

bevorzugen sie doch häufig solche Örtlichkeiten, die auch organische Materien enthalten; manche bewohnen als Raumparasiten Höhlungen höherer Pflanzen, andere bilden mit Pilzen zusammen Flechten auf Rinden und Steinen. Viele bewohnen, frei umherschwimmend,

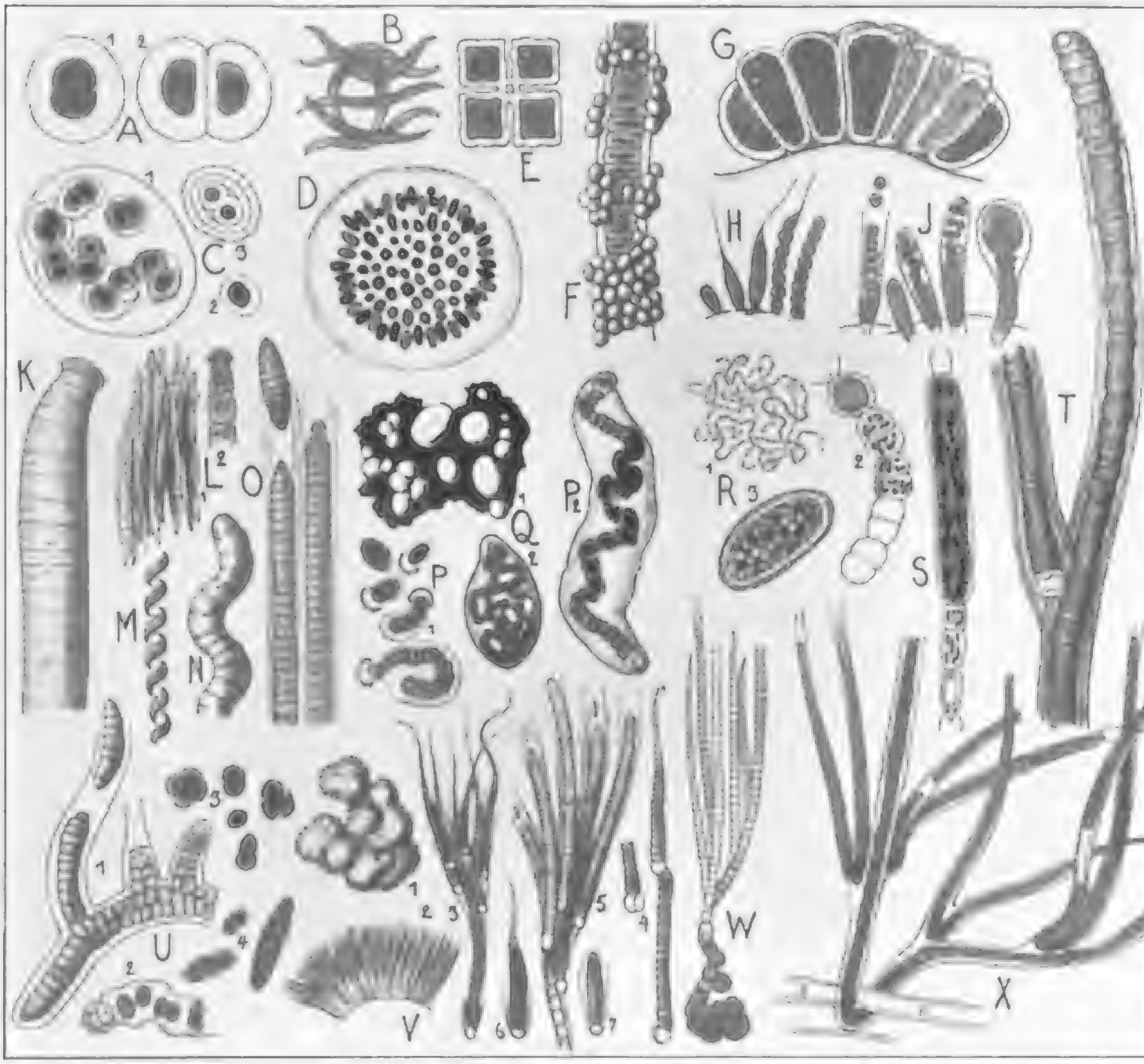


Abb. 3: Spaltalgen (Schizophyceae).

A Chroococcus turgidus: 1, 2 Teilungsvorgänge.
B Dactylococcopsis rhaphidioïdes.
C Gloeocapsa sanguinea: 1 Kolonie; 2 Dauerzelle; 3 dieselbe in Teilung.
D Coelosphaerium Kuetzingianum.
E Tetrapodia gothica.
F Xenococcus Schousboei: kugelige Kolonien auf Lyngbya.
G Dermocarpa prasina.
H Clastidium setigerum.
J Chamaesiphon confervicola.
K Oscillatoria princeps.
L Trichodesmium erythraeum: 1 Fadenbündel; 2 Spitze eines einzelnen Fadens.
M Spirulina major.
N Arthrospira Jenneri.
O Phormidium subfuscum mit Bildung eines Hormogoniums.
P Nostoc paludosum: 1 Dauerzellen und ihre Keimung; 2 Faden mit Dauerzellen.
Q Nostoc sphaericum: 1 Lager in natürlicher Größe; 2 Lager im Durchschnitt.
R Anabaena flos aquae: 1 Fadenkolonie; 2 Fadenstück; 3 Dauerzelle.
S Aphanizomenon flos aquae.
T Tolypothrix penicillata.
U Stigonema turfaceum: 1 Teil eines verzweigten Fadens und Bildung eines Hormogoniums; 2 und 3 Dauerzellen; 4 Keimung derselben.
V Rivularia bullata: 1 Lager in natürlicher Größe; 2 Teil desselben vergrößert; 3, 4 Fadenbündel und Teilung desselben; 5—7 Hormogoniumbildung und Keimung derselben.
W Amphithrix janthina.
X Ammatoïdea Normanii.

das Wasser und sind namentlich im Süß- und Brackwasser nicht selten die Hauptbestandteile des vegetabilischen Planktons, der Schwebeflora, besonders der sogenannten Wasserblüte des Hochsommers. Einige Formen sind gegen hohe Temperaturen sehr wenig empfindlich und bewohnen Thermalgewässer. Obgleich es ziemlich sicher ist, daß diese Klasse auch in früheren Erdperioden in großer Mannigfaltigkeit existiert hat, ja vielleicht — wegen ihrer

leichteren Anpassung an hohe Temperaturen — besonders stark verbreitet war, haben sich infolge ihrer zarten Struktur doch nur wenige Formen fossil erhalten, vor allem die in ihren Gallerthüllen Kalkkonkretionen bildende Gattung Gloeocapsa, die in jüngeren Kalksteinen in den Alpen, bei Suez und am Salzsee von Utah gefunden wurde.

Eine wirtschaftliche Bedeutung kommt dieser Klasse weder im nützlichen noch im schädlichen Sinne zu, abgesehen davon, daß die Wasserblüte kleinen Wassertieren zur Nahrung dient, die wiederum mittelbar für die Ernährung der Fische von Wichtigkeit sind. Nach einer neueren Theorie soll die Wasserblüte auch bei der Bildung von Petroleum beteiligt sein.

Die Familie der **Chroococcaceae** oder **Freizell-Spaltalgen** besteht aus einzelnen (Abb. 3, A) oder durch Gallert zu Kolonien verbundenen Zellen (Abb. 3, C, D), die sich nach ein, zwei oder drei Richtungen teilen (Abb. 3, A). Bei den Kolonien bildenden Algen geschieht die Vermehrung durch Loslösung einzelner Zellen, die dann wieder durch Teilung neue Kolonien bilden (Abb. 3, C 1—3). Dauerzellen sind bei wenigen Arten gefunden worden. Die meisten Arten der etwa zwanzig Gattungen sind Süßwasserbewohner; die Gallert ausscheidenden Arten schwimmen gewöhnlich frei.

Die Zellen sind in der Regel kugelig, zuweilen aber auch schmal-spindelförmig, z. B. bei der in Mitteleuropa auf feuchtem Boden vorkommenden Gattung Dactylococcopsis oder Finger-Spaltalge (Abb. 3, B), oder quadratisch, wie bei der in Süßwasser häufigen Gattung Tetrapedia oder Viereck-Spaltalge. Von den Gattungen Chroococcus, der Rundzell-Spaltalge, und Gloeocapsa, der Gallertkapsel-Spaltalge, leben einige Arten in Symbiose mit Flechtenpilzen. Diese beiden Gattungen sind aber auch sonst weit verbreitet, namentlich ist z. B. der blaugrüne oder bräunliche Chroococcus turgidus (Abb. 3, A) fast überall an nassen Felsen und in Sümpfen häufig; andere Arten haben gelben oder roten Zellinhalt. Bei Gloeocapsa (Abb. 3, C) erscheinen die von geschichtetem Gallert umhüllten Kolonien als unregelmäßige, oft weit ausgedehnte dunkle Lager auf Steinen; zuweilen sondern sie kohlensauren Kalk aus, der zu knolligen, oolithisch aussehenden Gebilden auswächst. Längliche, nach nur einer Richtung sich teilende Zellen hat Gloeothece, die Gallertscheiden-Spaltalge, deren meist blaugrüne Kolonien gleichfalls von einer geschichteten Gallerthülle umgeben sind, während bei den nicht weniger weit verbreiteten Gattungen Aphanocapsa und Aphanothece die Gallerthülle nicht geschichtet ist; beide Gattungen finden sich sowohl auf feuchter Erde und an Felsen als auch im Süßwasser, während die tafelförmigen Kolonien der Gattung Merismopedia oder Teiltafel-Spaltalge auch im Seewasser vorkommen. Knorpelige braunschwarze Krusten mit reihenweise angeordneten Zellen an Felsen im Atlantischen und Mittelländischen Meer bildet Entophysalis granulosa, die Knorpel-Spaltalge, während Clathrocystis aeruginosa, die Gitterblasen-Spaltalge, und Coelosphaerium Kuetzingianum, die Hohlkugel-Spaltalge, häufige Formen der Wasserblüte unserer Teiche und Seen darstellen, letztere mit einschichtigen, erstere mit mehrschichtigen Kolonien.

Die Familie der **Chamaesiphonaceae** oder **Zwergschlauch-Spaltalgen** umfaßt etwa neun Gattungen, die epiphytisch im Süßwasser und im Meere beider Hemisphären wachsen. Sie zeigen einen deutlichen Gegensatz von Basis und Spitze, bilden meist kleine Kolonien und häufig Zellreihen (Abb. 3, F—J). Die Vermehrung geschieht oft durch Konidien, die zuweilen einfach von besonderen Zellen am Ende abgeschnürt werden, also nach Art der Basidien höherer Pilze, gewöhnlich aber endogen, im Inneren einer Zelle, die später platzt (Abb. 3, J), erzeugt werden.

Die Gattung Xenococcus, die Scheiben-Spaltalge, bildet kleine Scheiben auf Algen (Abb. 3, F), Dermocarpa, die Krusten-Spaltalge (Abb. 3, G), wächst vor allem auf Meeresalgen, Hyella, die Schalen-Spaltalge, bohrt sich in die Kalkschalen von Muscheln ein, während Chamaesiphon, die Zwergschlauch-Spaltalge (Abb. 3, J), und die in farblose Borsten auslaufenden Kolonien von Clastidium oder Borsten-Spaltalge (Abb. 3, H) Süßwasserbewohner sind.

Die Familie der **Oscillatoriaceae** oder **Schwingfaden-Spaltalgen** umfaßt über 20 Gattungen fadenförmiger Pflanzen, die meist in dichten Rasen oder Büscheln beieinander

leben und Lager bzw. Häute von unbestimmter Gestalt bilden. Die Fäden, auch Filamente genannt, haben weder Grenz- noch Dauerzellen und vermehren sich ausschließlich durch Keimfäden; sie zeigen eine eigentümliche, um ihre Achse rotierende Bewegung. Sehr häufig sind die Fäden in schleimigen oder häutigen Gallertscheiden eingeschlossen, die zuweilen gelblich oder rot gefärbt sind und einen oder mehrere Fäden enthalten. Diese sind oft verzweigt, in anderen Fällen zu Bündeln vereinigt. Die meisten Arten leben gesellig an feuchten Örtlichkeiten, wie nassen Mauern und Felsen, überschwemmten Plätzen, Ufern usw. Einige Thermenbewohner ertragen Temperaturen von 85° C. Andere Arten findet man in stark durch organische Materie verunreinigten Gewässern, wo sonst nur noch Bakterien gedeihen. Manche Arten inkrustieren sich mit kohlensaurem Kalk und geben dadurch Veranlassung zur Bildung von Kalksinter, Travertin usw. Die Marmorterrassen der Mammuth Springs im Yellowstonepark sind so entstanden und in ähnlicher Weise durch Phormidium laminosum die ebendort befindlichen Kieselsinter der Geiser.

Die wichtigste Gattung ist die scheidenlose Oscillatoria (Abb. 3, K), die in über 100 Arten an feuchten Orten und im Wasser, sogar in Thermen und Salzwasser über die Erde verbreitet ist. Ihre Kolonien bilden gewöhnlich häutige Lager; seltener führen die Fäden ein Einzelleben. Sehr bekannt ist Trichodesmium, die Bündelhaar-Spaltalge (Abb. 3, L), deren zu Flöckchen verbundene schwimmende Kolonien oft meilenweit dem Meere ein rotes Aussehen verleihen; so hat das Rote Meer seinen Namen von dem auch im Indischen und Großen Ozean vorkommenden T. erythraeum, durch dessen an der Oberfläche des Meeres schwimmende Züge man tagelang fahren kann. Gelbe, rundliche, strahlige Flocken bildet die im Atlantischen Ozean als Plankton lebende Strahlhaar-Spaltalge, Heliotrichum radians, schraubige, strohgelbe Fadenbündel ebendaselbst die Gelbhaar-Spaltalge, Xanthotrichum contortum. Großenteils Meeresbewohner sind die Gattungen Arthrospira, die Spiralfaden-Spaltalge (Abb. 3, N), und Spirulina, die Spiralzell-Spaltalge (Abb. 3, M), von denen erstere aus spiraligen Zellfäden, letztere aus langen Spiralzellen besteht. Spirulina besitzt auch in Thermen Vertreter. Schleimige Scheiden zeichnet Phormidium, die Geflecht-Spaltalge (Abb. 3, O), aus, eine Gattung, die mit zahlreichen Arten meist im Süßwasser und auf feuchtem Boden lebt, während die häutige Scheiden besitzende Gattung Lyngbya, die Hautscheiden-Spaltalge (Abb. 3, F), auch im Meer sowie in Thermen vorkommt.

Die Familie der **Nostocaceae** oder **Gallert-Spaltalgen** zeichnet sich durch Grenzzellen und durch gallertige, oft in Schleim zerfließende, seltener häutige Scheiden aus; die Fäden sind gewöhnlich in großen Gallertmassen vereinigt. Neben Hormogonien, die als selbstbewegliche Zellfäden aus den Scheiden heraustreten, kommen auch Dauerzellen vor, Haarspitzen haben die Zellfäden dagegen nicht.

Von den elf Gattungen sind die meisten Süßwasserbewohner; dort sitzen sie entweder an Blättern und Stengeln von Wasserpflanzen bzw. am Schlammboden, wie zahlreiche gallertige Kolonien von Nostoc (Abb. 3, P), oder sie schwimmen frei im Wasser. Manche Arten bilden einen wesentlichen Teil des Süßwasserplanktons, indem sie sich durch Gasbläschen in den Zellen schwimmend erhalten, so das frei schwimmende, als schüppchenförmige Flocken in den Teichen und Seen der nördlichen gemäßigten Zone erscheinende Aphanizomenon flos aquae, der Wasserschmuck (Abb. 3, S), ferner die Wasserschwebblüte, Anabaena flos aquae (Abb. 3, R), sowie A. circinalis, deren Fäden zu formlosen Massen vereinigt sind. Einzelne Arten leben auch in fließendem Wasser, z. B. die Steine überziehende Bandfaden-Spaltalge, Desmonema Wrangelii, die sich sogar in Wasserfällen erhält; die Gattung Hormothamnion und Arten der Gattungen Nodularia, Anabaena, Microchaete haben sich dem Leben im Meere angepaßt, Nostoc-Arten wenigstens dem Brackwasser. Nodularia major lebt in dem ausfließenden Saft älterer Bäume. Auf feuchtem Boden trifft man besonders Arten der Gattung Nostoc, der Gallert- oder Zitter-Spaltalge, so N. commune in Gestalt häutiger, faltiger, oft recht großer Kolonien, N. sphaericum (Abb. 3, Q) als kugelige, später lappige Kolonien; andere Arten bilden gallertige oder ganz weiche, manchmal zerfließende, wiederum andere von fester Haut umgebene, zuweilen später innen hohle Kolonien von der verschiedensten Form und von grünlicher, bläulicher, rötlicher oder bräunlicher Färbung; N. sphaericum bewohnt sehr häufig die Atemhöhlen und Zwischenzellräume verschiedener Lebermoose sowie die durchlöcherten Zellen der

Torfmoose, N. punctiforme die Schleimgänge und Zwischenzellräume von Gunnera und die Wurzeln der Zykadeen, Anabaena Azollae das Innere der Blätter von Azolla. Auch die Wasserlinsen enthalten Nostoc. Viele Arten leben mit Flechtenpilzen in Symbiose, was besonders für die Flechten der Gattungen Pannaria, Peltigera usw. und für die Familie der Collemazeen gilt. Nostoc commune und andere Arten werden in den Tropen, N. edule in China gegessen, jedoch ist ihr Nährwert sehr gering. Schleimige, formlose Kolonien auf feuchter Erde bildet die Gattung Cylindrospermum; C. stagnale findet sich auch häufig auf Blumentöpfen.

Die Familie der **Scytonemaceae** oder **Falschast-Spaltalgen** setzt sich aus sechs Gattungen zusammen, deren Arten aus Zellreihen mit falscher Verzweigung bestehen. Grenzzellen fehlen selten; die Fäden enden zwar nicht in einer Spitze, meist ist die Basis aber doch von der Spitze deutlich verschieden. Die Fäden wachsen rasen- oder büschelförmig und sitzen oft in größerer Anzahl innerhalb einer Scheide. Die Vermehrung geschieht stets durch Hormogonien oder Dauerzellen. Alle Falschast-Spaltalgen mit Ausnahme einer marinen Art sind Bewohner des Süßwassers und feuchter Orte, oder sie leben in Symbiose mit Flechtenpilzen. Die wichtigsten Gattungen sind Scytonema, die Lederfaden-Spaltalge, Plectonema, die Flechtfaden-Spaltalge, und Tolypothrix, die Knäuelhaar-Spaltalge (Abb. 3, T), die in zahlreichen Arten auf feuchtem Boden und im Süßwasser auch bei uns vorkommen.

Die Familie der **Stigonemaceae** oder **Gliederfaden-Spaltalgen** unterscheidet sich von der vorigen Familie nur durch echte Verzweigung und umfaßt acht beinahe ausschließlich in süßem Wasser und auf feuchtem Boden sowie in Flechten vorkommende Gattungen, deren aus fadenförmigen Zellreihen bestehende Arten meist in Form von Rasen oder Polstern gesellig wachsen; einige bewohnen auch Thermen, Mastigocoleus testarum, die Scheidengeißel-Spaltalge, alte Muschelschalen an den Küsten Skandinaviens. Die wichtigste Gattung der Familie ist Stigonema, die Gliederfaden-Spaltalge (Abb. 3, U).

Die Familie der **Rivulariaceae** oder **Spitzhaar-Spaltalgen** besteht aus elf Gattungen, deren Arten sich durch einfache oder verzweigte, in farblose Haarspitzen auslaufende Fäden auszeichnen; die Verzweigung ist, wie bei den Scytonemaceae, eine unechte, indem sie durch seitliches Hervorwachsen einzelner Zellen des Fadens zustande kommt. Fast stets sind die Fäden von Scheiden eingeschlossen und gewöhnlich auch mit Grenzzellen versehen (Abb. 3, V). Die Vermehrung findet meist durch Hormogonien (Keimfäden) statt, die durch Abwerfung des Endhaares der Fäden frei werden (Abb. 3, V 5—7); ferner kommen Dauerzellen und zuweilen auch Konidien vor, die durch Isolierung und Abrundung gewöhnlicher Zellen des Fadens entstehen (Abb. 3, W). Die meisten Arten sind auf Wasser angewiesen, und zwar bewohnt wohl der größere Teil von ihnen die Seeküsten; sie bilden meist halbkugelige oder nierenförmige Kolonien (Abb. 3, V 1, 2) von bläulicher, violetter, rötlicher, olivengrüner oder bräunlicher Färbung, die an Algen oder Felsen festsitzen oder in einzelnen Fällen frei schwimmen; einige Rivularia-Arten leben auch in Symbiose mit Flechtenpilzen.

Die wichtigsten Gattungen sind Calothrix, die Schönhaar-Spaltalge, und Rivularia, die Spitzhaar-Spaltalge, mit etwa 30 bzw. 25 Arten; die erstere findet sich in mehreren Arten häufig am Meere, an größeren Algen (z. B. C. confervicola) oder auf Steinen (z. B. C. pulvinata) in Form von olivengrünen, violetten oder purpurfarbenen Überzügen, andere Arten (z. B. C. parietina) leben im Süßwasser; C. thermalis bewohnt Thermen. Rivularia echinulata bildet mit ihren kleinen kugeligen, zottigen Kolonien zuweilen eine Art Wasserblüte in unseren Teichen und Seen, R. natans sogar bis zu 10 cm große schwimmende Hohlkugeln. R. bullata und andere leben im Seewasser.

Die Familie der **Camptotrichaceae** oder **Krummfaden-Spaltalgen** umfaßt nur zwei Gattungen mit je einer Art und zeichnet sich durch einfache gebogene, an beiden Enden

verdünnte Fäden ohne Grenz- und Dauerzellen aus. Ihre Angehörigen sind Süßwasserbewohner, von denen eine, Ammatoïdea Normannii (Abb. 3, X), in Südengland auf der Alge Batrachospermum vorkommt.

Abteilung B:

Myxophyta oder Schleimpflanzen.

Diese Lebewesen wurden früher allgemein zu den Pilzen gezählt und werden daher gewöhnlich als Myxomycetes oder Schleimpilze bezeichnet. Den Pilzen stehen die Schleimpflanzen aber recht fern, wogegen sich einerseits gewisse Berührungspunkte zwischen Schleimpflanzen und Spaltpflanzen finden, vor allem in den schon oben besprochenen Schleimbakterien, anderseits aber auch enge Beziehungen zu den zum Tierreich gerechneten Protozoen, speziell zu den Amöben. Manchmal werden daher die Myxophyten sogar als Pilztiere oder Mycetozoa bezeichnet.

Die Schleimpflanzen sind chlorophyllfreie Organismen, die ihre Jugendstadien entweder als Geißeln tragende Schwärmzellen, sogenannte Myxomonaden (Abb. 4, C 5, D 7, 8; Abb. 5, O 5), oder als kriechende, geißellose, amöbenartige, membranlose Zellen von veränderlicher Form, sogenannte Myxamöben (Abb. 4, A 3, B 2, D 9—12), oder nacheinander in beiden Weisen durchlaufen, um schließlich als hautlose Protoplasmamassen, sogenannte Plasmodien (Abb. 4, B 3), von verschiedener Größe und Form den Rest ihrer vegetativen Lebensperiode zu verbringen. Die Fortpflanzung geschieht regelmäßig durch membranumkleidete Sporen (Abb. 4, A 1, B 1, C 4, D 4), die massenweise in besonderen Anhäufungen gebildet werden oder das Innere von Sporangien erfüllen, zuweilen aber als gestielte Ausstülpungen an besonderen Organen auftreten. Aus diesen Sporen treten dann nach Sprengung der Sporenmembranen die Schwärmer oder manchmal auch unmittelbar die amöboïdartigen Zellen aus; beide vermehren sich durch Zweiteilung, wobei sie sich in der Mitte einschnüren.

Interessant sind vor allem die Bewegungserscheinungen der Schleimpflanzen. Die Myxomonaden (Abb. 4, C 5, D 7, 8; Abb. 5, O 5), die wie viele Geißelalgen eine kontraktile Blase besitzen, bewegen sich im Wasser mit der schnell schwingenden Geißel voran, bald rasch schwimmend, bald kriechend oder hüpfend, indem sie ihren protoplasmatischen Leib biegend oder windend bewegen. Die Myxamöben (Abb. 4, A 3, B 2, D 1, 9—12) können nur kriechen, indem sie bald wie Nacktschnecken das vordere Ende vorschieben und das hintere nachziehen, bald Plasmafortsätze (Pseudopodien oder Scheinfüße) ausstrecken und auf diese Weise schnell eine andere Gestalt annehmen. Die Plasmodien hingegen bilden weichflüssige bzw. schleimige Stränge oder Klümpchen, die sich in dauernder, aber langsamer Fortbewegung befinden. In einer durchsichtigen Substanz sind feine Plasmakörperchen, Fetttröpfchen und Kalkpartikelchen eingelagert, die in dem Strome mitgeführt werden; auch kleine aufnehmbare Körperchen, wie Stärkekörner, werden oft eine Zeitlang mitgeführt, teilweise verdaut und dann ausgestoßen, obgleich die hauptsächliche Ernährung in der Aufnahme gelöster Stoffe besteht. Die durchsichtigen Massen leiten meist die Bewegung als feine Ausläufer oder dickere Stränge ein und beschließen sie, während die durch Inhaltskörper gefärbten Teile des Plasmodiums sich erst später in Bewegung setzen. Als Faktoren, welche die Bewegung auslösen, ist vor allem der Hydrotropismus und der Trophotropismus anzusehen; jener ist die Neigung des Protoplasmas, nach feuchteren Stellen hinzugelangen,

dieser ist das Streben, sich nach Nahrungsquellen hinzubegeben. Zur Zeit der Sporenreife werden diese Organismen negativ hydrotrop, d. h. sie fliehen die Feuchtigkeit; auch schädliche Stoffe, wie z. B. Kochsalzkristalle, treiben die Plasmodien zum Rückzug. Ebenso fliehen sie

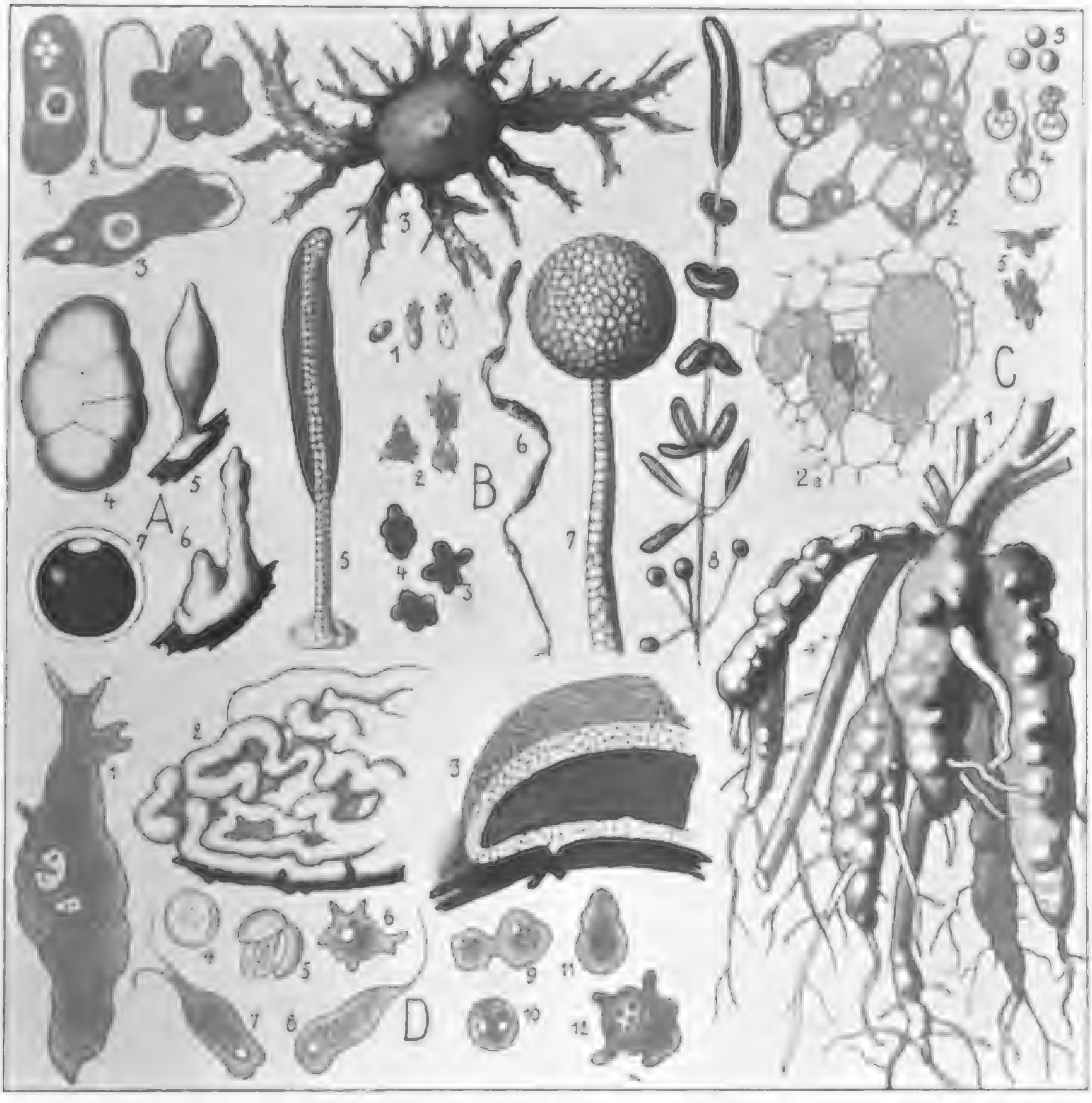


Abb. 4: Schleimpflanzen (Myxophyta) I.

A Copromyxa protea: 1 Spore; 2 keimende, 3 freie amöbenartige Zelle; 4 Zellballen (Sorus); 5, 6 Fruchtkörper; 7 Mikrozyste. 5, 6 in 10facher, 1—4 u. 7 in 1000facher Vergrößerung.
B Polysphondylium violaceum: 1 Sporen in Keimung; 2 amöbenartige Zelle; 3 Aggregat-Plasmodium; 4 aneinandergelagerte amöbenartige Zellen im Plasmodium; 5, 6 unreifer, 7 reifer Fruchtkörper; 8 verzweigter, nur unten reifer Fruchtkörperstand.
C Plasmodiophora brassicae: 1 Wurzeln von Nasturtium aquaticum, von Plasmodiophora befallen; 2 Zellen der Wurzel, von Plasmodien erfüllt; 2a von Sporen erfüllt; 3 Sporen; 4 keimende, 5 freie Schwärmzellen.
D Fuligo septica: 1 amöboide Zelle; 2 junger, 3 reifer Fruchtkörper (Aethalium); 4 Spore; 5 Spore, von der keimenden Schwärmzelle gesprengt; 6—8 Schwärmzellen; 9—12 amöboide Zellen in Bewegungs-, Teilungs- u. Ruhezuständen.

das Licht und stark abgekühlte Stellen, während sich die Plasmodien fließendem Wasser entgegen bewegen, also rheotrop sind. Der Geotropismus, die Beeinflussung durch die Schwerkraft, spielt nur eine geringe Rolle: je nach dem Einfluß der anderen Faktoren bewegen sich die Plasmodien bald nach oben, indem sie an Stämmen, Holzstücken, Nadeln usw. hinaufkriechen, bald nach unten zu, bis tief in die Höhlungen der Stämme hinein.

Gegen sehr ungünstige Faktoren vermögen sie sich häufig durch Ruheformen zu schützen; so werden z. B. bei langsamem Austrocknen sogenannte Makrozysten gebildet, indem sich Teile des Plasmodiums abrunden und mit einer dicken Wandung umgeben. Beim Eintritt der Feuchtigkeit quillt das Plasma der Zysten alsbald und tritt als Myxamöbe heraus, um sich mit anderen zu einem Plasmodium zu vereinigen. Dauerzustände oder Sklerotien (Abb. 5, O 2, 3) kommen namentlich im Winter dadurch zustande, daß die ganzen Plasmodien sich abrunden und eine in vieleckige, dickwandige Kammern zerfallende feste, beinahe hornartige Masse bilden. Auch hier tritt bei der Wiederkehr günstiger Verhältnisse der Inhalt jeder Kammer als Myxamöbe heraus, um später durch Vereinigung aufs neue zu Plasmodien zu werden. Selbst die Schwärmzustände mancher Arten können Zeiten der Austrocknung durch Abrundung und Umhüllung mit einer dünnen Membran als sogenannte Mikrozysten (Abb. 4, A 7) monatelang überstehen, während sie bei Anfeuchtung wieder als Schwärmer aus der Hülle hervorkriechen. Überaus mannigfaltig sind die Fruchtkörper, die daher als Grundlage der Systematik dienen und bei den einzelnen Unterabteilungen besprochen werden sollen.

Man teilt die Schleimpflanzen in drei Reihen, die Acrasiales, die Plasmodiophorales und die Myxogasteres.

Reihe 1:
Acrasiales oder Pseudoplasmodien-Schleimpflanzen.

Die wenig zahlreichen Arten dieser Reihe sind Saprophyten, die keine Geißelschwärmer erzeugen, wohl aber unmittelbar aus den Sporen kriechende Myxamöben (Abb. 4, A 1—3, B 1—2). Diese verschmelzen aber nicht miteinander zu eigentlichen Plasmodien, sondern bilden durch Aneinanderlagerung nur Pseudo- oder sogenannte Aggregat-Plasmodien, die auch wohl Sori genannt werden (Abb. 4, A 4, B 3), und die man durch Druck wieder in einzelne amöboïde Körper (Abb. 4, B 4) auflösen kann. Auch an den Fruchtkörpern kann man noch die Zusammensetzung aus einzelnen Körperchen erkennen (Abb. 4, B 5), und die Sporen bilden ballenartige Klumpen ohne Hüllen (Abb. 4, B 7).

Von den beiden Familien der Reihe haben die **Guttulinaceae** pseudopodienlose Myxamöben. Hierher gehört Copromyxa, der Mist-Schleimpilz, dessen einzige Art, der vielgestaltige Mist-Schleimpilz, C. protea (Abb. 4, A), kleine gelblichweiße, 1—2 mm hohe Körperchen auf altem Mist bildet (Abb. 4, A 5, 6), während Guttulina, der Tröpfchen-Schleimpilz, auf faulendem Holze lebt, wo G. rosea in Form von 1 mm breiten fleischroten Köpfchen erscheint. In der Familie der **Dictyosteliaceae**, deren Myxamöben spitze Pseudopodien haben, zeichnet sich Polysphondylium, der Wirtel-Schleimpilz (Abb. 4, B), durch wirtelig verzweigte Fruchtkörper aus, die einzige Art (P. violaceum) bildet in Südeuropa auf Mist 1 cm hohe Stiele mit kugeligen, dunkelvioletten Sporenmassen. Der schimmelartige Netzsäulen-Schleimpilz, Dictyostelium mucoroides, mit nicht oder wenig verzweigten Stielen und kugeligen Sporenköpfchen findet sich auf Mist, geronnener Milch und anderen faulenden Stoffen in Form milchweißer, 3—8 mm hoher schimmelähnlicher Fruchtkörper, während die einzige Art der Gattung Acrasis oder Ketten-Schleimpilz auf faulendem Hefekuchen als gestielte braunviolette Fruchtkörper mit kettenförmigen Sporen auftritt.

Reihe 2:
Plasmodiophorales oder Freisporen-Schleimpflanzen.

Die Reihe der Freisporen-Schleimpflanzen besteht aus echten Parasiten, die mit ihren Plasmodien in lebenden Pflanzenzellen schmarotzen (Abb. 4, C 2). Die von einer Membran umgebenen, häufig gruppenweise verbundenen Sporen liegen frei in den Zellen der Nährpflanze (Abb. 4, C 1) und erzeugen bei der Keimung sofort Myxomonaden (Abb. 4, C 3—5).

Die wichtigste Gattung ist Plasmodiophora, die an den feineren Wurzeln verschiedener Pflanzen, wie der Erle, der Ölweide (Elaeagnus), besonders aber mancher Kruziferen Wucherungen verursacht.

Diese auf Kreuzblütlern schmarotzende Art, P. brassicae, ist ein gefährlicher Schädling des Kohles, als **Kohlhernie, Kropf- oder Fingerseuche** — wegen der durch sie hervorgerufenen fingerförmigen Anschwellungen der Wurzeln — bekannt und weit verbreitet (Abb. 4, C 1). Die Krankheit ist sehr ansteckend und schwer aus dem Boden ausrottbar, am besten durch mehrjährige Bestellung mit anderen



Abb. 5: Schleimpflanzen (Myxophyta) II.

A Ceratiomyxa mucida: Fruchtkörper, 3mal vergr.
B Perichaena corticalis: 1 Fruchtkörper in natürlicher Größe, auf Rinde; 2 12fach vergrößert; 3 Sporen und Kapillitium.
C Tubulina cylindrica: 1 Fruchtkörper, nat. Größe; 2 5fach vergrößert.
D Dictydium cernuum: 1 Fruchtkörper in natürlicher Größe; 2 10fach, 3 50fach vergrößert.
E Cribraria intricata: Netzwerk, 400fach vergrößert.
F Arcyria nutans: 1 Fruchtkörper in nat. Größe; 2 5fach vergrößert; 3 Kapillitium und Spore.
G Hemiarcyria clavata: aufgeplatzter Fruchtkörper, 20fach vergrößert.
H Lycogala epidendron: 1 Fruchtkörper in nat. Größe; 2 amöboide Zelle, stark vergrößert.
J Trichia varia: 1 Fruchtkörper in nat. Größe; 2 5fach vergrößert; 3 Kapillitium und Sporen.
K Comatricha nigra: 1 Fruchtkörper in nat. Größe; 2 vergrößert.
L Stemonitis fusca: 1 Fruchtkörper in nat. Größe; 2 vergrößert.
M Chondrioderma radiatum: aufgesprungene Fruchtkörper, 5fach vergrößert.
N Didymium farinaceum: 1 Fruchtkörper in natürlicher Größe; 2 5fach vergrößert; 3 Durchschnitt, 20fach vergrößert.
O Didymium serpula: 1 Plasmodium, nat. Größe; 2 Sklerotium, nat. Größe; 3 Durchschnitt eines Teiles des Sklerotiums; 4 amöbenartige Zellen; 5 Schwärmzelle.
P Spumaria alba: Fruchtkörper in nat. Größe.
Q Leocarpus fragilis: Fruchtkörper in nat. Größe, auf Blättern (1) und Nadeln (2).

Pflanzen; zuweilen hat sie schon die Hälfte der gebauten Kohlpflanzen vernichtet. Ein wirksames Bekämpfungsmittel gibt es nicht: vor allem müssen die kranken Pflanzen entfernt und verbrannt werden, auch tut man gut, nach der Ernte zu Pulver gelöschten gebrannten Kalk unterzugraben.

Ein der Kartoffel bisweilen recht schädlicher Parasit ist Spongospora solani, der seinen Namen daher hat, daß in den kugeligen Sporangien die Sporenmassen wie beim Schwamm durch Lücken unterbrochen sind; es entstehen acht Schwärmzellen aus den einzelnen Sporen. Auch hier gelten die gleichen Bekämpfungsmaßregeln wie bei der Kohlhernie.

Reihe 3:

Myxogasteres oder Hüll-Schleimpflanzen (Stäublinge).

Diese bei weitem größte Abteilung der Schleimpflanzen umfaßt zahlreiche Familien mit fast 50 Gattungen und einem halben Tausend Arten. Zweifellos ist aber erst ein geringer Teil davon bekannt, da die Tropen gerade in bezug auf sie bisher wenig studiert worden sind, so daß vorläufig noch die Zahl der Arten der gemäßigten Zone stark überwiegt. Sämtliche Hüll-Schleimpflanzen sind Saprophyten. Wegen ihrer saprophytischen Lebensweise sollten sie in den vermodernden Stämmen der Tropen äußerst günstige Substrate finden. Diese auch als Schleimpilze oder Stäublinge bezeichneten Organismen bilden zuerst aus den Sporen Schwärmzellen, die nach Verlust der Geißeln zu kriechenden, amöbenartigen Zellen werden; diese verschmelzen dann bald miteinander zu echten Plasmodien. Die sitzenden oder gestielten, Sporangien genannten Fruchtkörper werden von einer oftmals recht dicken oder gar doppelten, Peridie genannten Hülle umschlossen, die beim Reifen in verschiedener Weise durch Klappen (Abb. 5, B 2, C 2) oder Risse (Abb. 5, H 1, M) geöffnet wird. Zuweilen wird die Hülle auch ganz oder teilweise durch ein Netzwerk ersetzt (Abb. 5, D 3, E). Bei den **Endosporeae** enthalten die Fruchtkörper im Inneren zahlreiche, meist rundliche, glatte, warzige oder stachelige (Abb. 5, B 3, J 3), sehr oft violett, weiß, gelblich, bräunlich oder rötlich gefärbte Sporen. Bei den nur aus einer einzigen kleinen Familie bestehenden **Ectosporeae** sitzen die Sporen mittels kleiner Stielchen den platten- oder säulenförmigen Fruchtkörpern äußerlich auf. In zahlreichen Familien gelangt zwischen den Sporen ein Haargeflecht oder Kapillitium zur Ausbildung, feine, oft kalkreiche, glatte (Abb. 5, B 3) oder stachelige (Abb. 5, F 3) Röhren oder Fäden, die häufig verzweigt, zuweilen mit spiraligen Verdickungen versehen sind (Abb. 5, J 3) und gewöhnlich ein sehr feinmaschiges Netzwerk bilden (Abb. 5, K 2, L 2). Beim Aufplatzen des Sporangiums dehnt sich das Kapillitium oft bedeutend aus (Abb. 5, F 2, G) und trägt offenbar in der Art der sogenannten Elateren der Lebermoose zur Verbreitung der Sporen bei. Bei manchen Gattungen ragt der Stiel des Sporangiums als Säulchen oder Kolumella in dasselbe hinein und verbreitert sich dort (Abb. 5, N 3) oder durchsetzt es sogar ganz (Abb. 5, L 2). Häufig verschmelzen zahlreiche Sporangien bei der Reife miteinander und werden dann mit dem Namen Äthalien bezeichnet (Abb. 4, D 2, 3). In anderen Fällen bilden sich keine fest umschriebenen Fruchtkörper aus, sondern es entstehen in bestimmten Teilen des Plasmodiums die Sporen; diese Art Sporangien bezeichnet man als Plasmodiokarpien.

Man zerlegt diese Klasse in zahlreiche Familien, die sich aber meist nur durch wenig wesentliche Merkmale voneinander unterscheiden und nicht wichtig genug sind, um hier alle einzeln besprochen zu werden.

Die Familie der **Ceratomyxaceae** zeichnet sich durch äußerlich sitzende Sporen aus. Sie besteht nur aus der kleinen Gattung *Ceratiomyxa* oder Hornstäubling. *C. mucida* (Abb. 5, A) bildet an moderndem Holz nach Regenwetter weiße, schimmelartige Überzüge.

Die Familien der **Liceaceae, Clathroptychiaceae** und **Cribrariaceae** besitzen kein Kapillitium; die erstere hat eine gleichmäßig dicke Fruchtwand, die anderen beiden haben ungleichmäßig verdickte Fruchthüllen, die bei der zweiten Familie zu Äthalien verwachsen, bei der letzten hingegen getrennt bleiben.

Zu den Liceaceae gehört der auf moderndem Holz weit verbreitete, erdbeerähnliche, schließlich scharlachrote Röhrenstäubling, *Tubulina cylindrica* (Abb. 5, C), zu den Cribrariaceae gehört *Dictydium*, der Netzstäubling (Abb. 5, D), mit fischreusenartig leistenförmiger sowie *Cribraria*, der Gitterstäubling, (Abb. 5, E), mit netzartiger Hülle; beide finden sich bei uns häufig auf moderndem Holz.

Sehr zahlreich sind die Familien mit Kapillitien. Die Familie der **Trichiaceae** ist unter ihnen am häufigsten; ihr kalkfreies Kapillitium besteht aus Röhren, ihre Sporen sind bunt gefärbt, aber nie

schwarzviolett. Bekanntere Gattungen sind Perichaena, der Deckelstäubling, dessen häufigste Art, die goldgelbe oder bräunliche P. corticalis (Abb. 5, B), die Rinde zahlreicher Laubbäume bewohnt, Arcyria, der Kelchstäubling, z. B. die purpur- oder zinnoberrote A. punicea sowie die stroh- oder ockergelbe A. nutans (Abb. 5, F), beides auf moderndem Holz weit verbreitete Arten, ferner Hemiarcyria, der Halbkelchstäubling, dessen auf moderndem Holz und Moos in Wäldern viel vorkommende Art, der keulige Halbkelchstäubling, H. clavata (Abb. 5, G), sich auch zuweilen in Gewächshäusern findet, sodann Lycogala, der Milchstäubling, namentlich der als rotes Plasmodium auf moderndem Holz häufige Blut-Milchstäubling, L. epidendron (Abb. 5, H), und endlich Trichia, der Haarstäubling, dessen überall bei uns auf moderndem Holz anzutreffende Art T. varia (Abb. 5, J) sich durch eiförmige, ockergelbe Sporangien auszeichnet.

Solide kalkfreie Kapillitienstränge, starkentwickelte Säulchen und schwarzviolette Sporen besitzen die Familien der **Reticulariaceae**, der **Stemonitaceae** und der Äthalien bildenden **Brefeldiaceae**. Von ihnen haben erstere strang- oder plattenförmige Kapillitienfäden, während sich diese bei den anderen Familien netzförmig verästeln, wie der bei uns auf Holz und Rinden häufige Schopfhaarstäubling, Comatricha nigra (Abb. 5, K), und der Fadenstäubling, Stemonitis fusca (Abb. 5, L), beweisen.

Kalkablagerungen finden sich bei den Familien der **Spumariaceae**, **Didymiaceae** und **Physaraceae**. Die ersteren haben im Sporangium ein starkentwickeltes langes Säulchen und ein netzförmiges kalkfreies Kapillitium, die Didymiaceae dagegen höchstens eine kurze Säule und ein strahliges, meist kalkfreies Kapillitium, die Physaraceae ein röhren- oder strangförmiges Kapillitium mit Kalkeinlagerungen.

Von den Spumariaceae ist der weiße Schaumstäubling, Spumaria alba, bei uns häufig; seine unreifen Äthalien überziehen im Walde als weiße schleimige Massen Laub, Ästchen und lebende Pflanzen und kriechen daran empor, während die reifen Stadien (Abb. 5, P) brüchige, aschenartige, verzweigte Gebilde darstellen.

Von den Didymiaceae finden sich die Plasmodien des serpelartigen Fellstäublings, Didymium serpula (Abb. 5, O 1), als gelbgrünliche Stränge zwischen moderndem Laub, mit langgestreckten, aderig verzweigten Plasmodiokarpien und bei kaltem Wetter schmutzig graugrünen Sklerotien (Abb. 5, O 2). Der auf Rinde und Moos oft herdenweise auftretende mehlige Fellstäubling, D. farinaceum (Abb. 5, N), besitzt 1 mm dicke, schwarzgestielte, halbkugelige Sporangien. Der an den gleichen Stellen lebende strahlige Knorpelstäubling, Chondrioderma radiatum (Abb. 5, M), hat eine ähnlich wie beim Pilz Geaster sternförmig zerreißende Sporangienhülle.

Zu den Physaraceae gehört der in Kieferwäldern auf Moos und abgefallenen Nadeln häufige zerbrechliche Glattstäubling, Leocarpus fragilis, dessen Plasmodium lang hinkriechende chromgelbe Schleimstränge bildet, während die eiförmigen, meist glänzendbraunen Sporangien (Abb. 5, Q) oft massenhaft Nadeln und Blätter bedecken. Diese Gattung sowohl wie auch die gleichfalls bei uns häufigen Gattungen Physarum oder Blasenstäubling, Craterium oder Becherstäubling und Cienkowskia zeichnen sich durch Kalkblasen an den Knoten des Kapillitiums aus. Am bekanntesten aber von allen Schleimpflanzen ist die zu der gleichen Familie gehörende Lohblüte, Fuligo septica (Abb. 4, D), die in Wäldern auf Moos und faulendem Holz, besonders aber in den Lohgerbereien in der Lohe sich entwickelt. Während das Plasmodium in Form chromgelber Schleimstränge (Abb. 4, D 1) das Innere der Nährsubstanz oft metertief durchzieht, bilden sich die Fruchtkörper auf der Oberfläche der letzteren. Die strangartige Form der jüngeren Stadien (Abb. 4, D 2) verschwindet bei den reifen, bis zu 20 cm langen und 5 cm dicken Äthalien vollständig; diese (Abb. 4, D 3) bestehen aus einer oft sehr dicken, kalkhaltigen, weißen bis bräunlichen Hülle und den dünnwandigen Sporangien, die von dem fädigen, Kalkblasen enthaltenden Kapillitium und dem violetten Sporenpulver erfüllt sind.

Kreis II:

Thallophyta oder Lagerpflanzen.

Die zweite große Hauptabteilung des Pflanzenreiches, die der Thallophyta oder Lagerpflanzen, besteht aus Gewächsen, die zwar keine deutliche Gliederung in Stamm, Blatt und eventuell Wurzeln zeigen, aber in der Mehrzahl der Fälle doch schon eine wirkliche Gewebebildung aufweisen, indem die gewöhnlich von Häuten umgebenen Zellen meist in dauerndem Verbande bleiben. Freilich gibt es alle Übergänge von einzelligen Wesen ohne Zellmembran zu außerordentlich komplizierten Gebilden, die sogar zuweilen blattartige Assimilationsorgane tragen, und selbst bei den höheren Formen spielen die einzelligen Stadien im Leben der Thallophyten noch meist eine bedeutende Rolle, aber die reihenweise angeordneten oder zu dickeren Geweben vereinigten Zellen überwiegen doch bei weitem.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Paarung tritt hier schon häufig in die Erscheinung, und zwar nicht nur in Form von Kopulation gleichartiger Zellen, sondern auch in Gestalt einer geschlechtlichen Differenzierung in männliche, meist kleinere und beweglichere, sowie weibliche, meist größere und häufig bewegungslose, Geschlechtszellen. Dagegen ist es Regel, daß die weiblichen befruchteten Eizellen sich vor der Keimung von der Mutterpflanze ablösen. Bei der Keimung wird dann sofort die Zellhülle gesprengt, so daß eine Embryobildung, wie bei den höheren Pflanzen, den Embryophyten, nicht stattfindet.

Man unterscheidet zwei Abteilungen der Lagerpflanzen: die mit wenigen Ausnahmen grünen Farbstoff, Chlorophyll, besitzenden Algen oder Phycophyta und die chlorophyllosen Pilze oder Mycetophyta, die beide in zahlreiche Klassen zerfallen.

Abteilung A:

Phycophyta oder Algengewächse.

Die Algengewächse sind der Regel nach Wasserpflanzen oder wenigstens Bewohner feuchter Standorte, jedoch kommen namentlich die mit Flechtenpilzen zusammenlebenden Algen auch oft an ziemlich trockenen Örtlichkeiten vor und erhalten hier die nötige Feuchtigkeit durch die sie umspinnenden Pilzfäden. Bei weitem die meisten der etwa 8000 bekannten Algenarten bewohnen das Meer, wo sie teilweise als Schwebeflora oder Plankton eine schwimmende Lebensweise führen, teilweise an Felsen, Steinen, Muscheln und Wasserpflanzen festsitzen und sich namentlich an den Küsten zusammendrängen. Besonders die Rotalgen sind typische Bewohner des Meeres, wo sie infolge ihrer Anpassung an zerstreutes Licht meist in tieferen Regionen leben als die Grün- und Braunalgen. Im Golf von Neapel hat man noch in einer Tiefe von 130 m zahlreiche Algen gefunden; die größte Tiefe, in der Algen vorkommen, soll etwa 300 m sein. Meistenteils Süßwasserbewohner sind die Armleuchteralgen. Obgleich die wärmeren und namentlich die gemäßigten Zonen besonders reich an Algen sind, gibt es doch auch

zahlreiche arktische Formen, und eine kleine, als roter Schnee bezeichnete Alge, Sphaerella nivalis, bewohnt noch die höchsten Gletscher der Alpen sowie die Schneefelder des Nordens, während sich umgekehrt einige Stabalgen neben manchen Spaltalgen in Thermen angesiedelt haben. Epiphytische Lebensweise findet sich bei zahlreichen Algen, namentlich wachsen viele Formen auf anderen Algen; auch sind die Rinden unserer Waldbäume und die Blätter tropischer Bäume reich an Algenvegetation, und selbst in das Innere von Blättern dringen einige Algen ein, z. B. die Gattungen Chlorochytrium, Endosphaera und Phyllobium, ja einzelne Arten leben geradezu parasitisch, indem sie das Blattgewebe zerstören, wie z. B. Phyllosiphon arisari.

Besonders häufig kommt bei den Algen ein organisches Zusammenleben mit anderen Organismen vor, eine sogenannte Symbiose. Bei den Flechten sind es Pilze, denen zahlreiche Formen von Algen eingelagert sind, aber auch bei den verschiedensten Tieren ist ein Zusammenleben mit Algen festgestellt worden, und zwar sind es meist einzellige grüne oder gelbe Algen (Zoochlorella und Zooxanthella), die bei Strahltieren, besonders bei den Armpolypen (Hydra) unserer süßen Gewässer, bei Schwämmen, Würmern, Bryozoen, Radiolarien, Foraminiferen, Infusorien, Ziliaten und tierischen Flagellaten beobachtet worden sind. Wenn es sich auch häufig nur um ein gelegentliches Zusammenleben zu handeln scheint, indem von außen her aufgenommene Algen weiterleben, so ist doch in anderen Fällen eine dauernde und sogar erbliche Symbiose konstatiert worden; bei Schwämmen erstreckt sich die Symbiose auch auf Fadenalgen.

Einzellig sind im allgemeinen die Klassen der Geißelalgen und der Stabalgen, mehrzellig die meisten Joch- und Grünalgen sowie alle Armleuchteralgen, Braun- und Rotalgen. Auch die einzelligen Algen leben häufig dauernd oder zeitweise in kugeligen, kettenförmigen oder verzweigten Verbänden (Kolonien), in anderen Fällen bilden sie sogar blatt- oder wurzelartige Ausgliederungen.

Sehr mannigfaltig ist die Vermehrung und Fortpflanzung der Algen. Bald finden sich ungeschlechtliche, aktiv bewegliche Schwärmzellen, Planosporen oder Zoosporen, sowie auch unbewegliche Sporen, Aplanosporen, bald Geschlechtszellen oder Gameten, die sich entweder beide durch Geißeln oder Wimpern fortbewegen und dann Planogameten oder Gametosporen genannt werden, oder von denen eine keine selbständige Bewegung zeigt; diese, die weibliche Geschlechtszelle, wird dann als Oosphäre (Oospore) oder Eizelle von den aktiv beweglichen männlichen Geschlechtszellen oder Spermatozoiden bzw. von den nur passiv beweglichen Spermatien unterschieden; das Produkt der Befruchtung wird Zygote oder Zygospore genannt. Sind beide Geschlechtszellen unbeweglich, so heißen sie Aplanogameten. Mit dem Namen Aplanospore bezeichnet man übrigens auch Sporen, die durch Verjüngung des Protoplasmas vegetativer Zellen entstehen. Ruhezustände aktiv beweglicher Sporen werden als Hypnosporen, Dauersporen als Akineten bezeichnet. Die Behälter, in denen die Fortpflanzungszellen erzeugt werden, heißen allgemein Sporangien oder, wenn sie Zoosporen enthalten, auch Zoosporangien. Sporangien, die Gameten enthalten, werden häufig als Gametangien bezeichnet, und zwar heißen die Behälter der männlichen Gameten oder Spermatozoiden Antheridien, während die Behälter der weiblichen Gameten oder Oosporen Oogonien genannt werden. Manchmal werden die Sporangien in besonderen Behältern oder Konzeptakeln gebildet.

Das Zellgewebe der Algen ist im allgemeinen ziemlich einförmig; Leitbündel im eigentlichen Sinne des Wortes fehlen ebenso wie Spaltöffnungen usw. Wohl aber zeigt

sich zuweilen eine deutliche Differenzierung in Rinden- und Innenschicht. Auch finden sich gelegentlich lange röhrenartige Zellen, hier und da sogar mit siebartigen Scheidewänden. Die Zellhäute der Algen bestehen meist aus Zellulose, doch sind gallertartige oder verschleimende Membranen ebenfalls nicht selten. Neben dem stets vorhandenen Chlorophyll erscheinen oft andere Farbstoffe in den Zellen; namentlich rote, aber auch bräunliche oder olivenartige Färbungen sind häufig. Als Reservestoffe findet man außer oder an Stelle von Stärke recht oft fette Öle, besonders in Ruhezuständen, ferner ist Mannit ein nicht seltener Bestandteil. Sehr kalkreich sind die Korallinazeen und Charazeen, kieselsäurehaltig die Schalen der Diatomeen. Neben Kochsalz und Kalisalzen speichern die Meeresalgen auch Jod und Brom auf.

Giftige Stoffe sind bei den Algen bisher nicht gefunden worden, dagegen werden manche Seealgen gegessen; sie bilden sogar in Ostasien in großen Mengen einen Handelsartikel. Auch die eßbaren Schwalbennester bestehen zum größten Teil aus Algenmasse, und zwar besonders von Chondrus-, Eucheuma- und Gracilaria-Arten. Manche Algen dienen als vegetabilischer Ersatz der Hausenblase, aus anderen stellt man eine Art Gummi oder Leim her.

Unter dem Namen Agar-Agar kommt ein Algenpräparat von Japan aus in den Handel, und zwar im Betrage von etwa 2 Millionen Mark jährlich; es wird benutzt als Bindemittel in der Papierindustrie, in der Textilbranche zur Appretur, in der Photographie bei der Plattenfabrikation, ferner zur Herstellung von Nährböden für Bakterien, in der Medizin für Pflaster, Stuhlzäpfchen, Tabletten, in der Nahrungsmittelbranche als Zusatz zu Schokolade und Zuckerwaren, für Puddinge und Fruchtgelees. Das in den Apotheken gebräuchliche Karragheen stammt hauptsächlich von Chondrus crispus und Gigartina mamillosa, während das früher gleichfalls offizinelle, von Korsika exportierte, aus vielerlei Algen bereitete korsikanische Wurmmoos jetzt nur noch in der Volksmedizin verwendet wird, besonders wohl wegen des Jodgehaltes, als Mittel gegen Kröpfe.

In großen Mengen werden die Seetange als Düngemittel benutzt, ferner als Packmaterial, zur Füllung von Matratzen und Kissen, als Flaschenhüllen, als Streu für Viehställe, zur Bereitung von Jod-, Brom- und Kalisalzen aus der Asche; auch als Futter für Rinder, Schafe und Schweine wird Seetang verwendet, außerdem als Isolationsmaterial für Thermophoren und Kältemischungen sowie als Schalldämpfer zwischen den Wänden. So hat sich denn an verschiedenen Stellen der Erde ein nicht unbedeutender Seetang-Handel entwickelt, z. B. wird zu Ballen zusammengepreßter Seetang in großen Mengen von der kanadischen Küste nach den ostamerikanischen Seestädten verfrachtet, während umgekehrt wieder viel Seetang vom westlichen Nordamerika nach Ostasien geht; allein aus San Francisco wird nach China jährlich Seetang im Werte von etwa 400000 Mark exportiert.

Daß die Algen in früheren Zeiten eine mindestens ebenso bedeutende Rolle gespielt haben wie gegenwärtig, darf mit Sicherheit angenommen werden, sind sie doch die hauptsächlichen Bewohner der Meere, die noch heute den größten Teil der Erdoberfläche bedecken, früher aber eine noch beträchtlichere Ausdehnung besaßen. Auch ist es außerordentlich wahrscheinlich, daß die höheren Pflanzen sich erst allmählich aus den Algen herausgebildet haben, so daß es eine Zeit gegeben haben muß, in der die Algen vielleicht zusammen mit den Spaltalgen die einzigen organische Materie aus anorganischen Stoffen aufbauenden Organismen der Erde gewesen sind. Wenn die fossilen Algen an Zahl sehr gering und zum Teil in bezug auf die Zugehörigkeit zu dieser Abteilung sogar noch zweifelhaft sind, so liegt das an ihrem im allgemeinen zarten Körperbau, der eine Erhaltung in versteinertem Zustande oder als Abdruck außerordentlich erschwert; gut erhalten sind im wesentlichen nur

wenige derbere Formen und vor allem solche, die sich mit Kalk inkrustieren. Gerade die ältesten sedimentären Schichten, nämlich diejenigen der kambrischen und der silurischen Periode, die gewiß besonders reich an Algen gewesen sind, lassen nur durch die nestartigen Anhäufungen von Kohlenstoff sowie durch das Vorkommen von Graphit, vor allem aber durch das Auftreten abbauender Organismen, wie z. B. der Tiere, auf das massenhafte Vorhandensein von Algen schließen, da es höhere Pflanzen in den ältesten Zeiten wohl kaum und im Silur erst in geringer Menge gegeben hat. Namentlich war die bedeutende Meeresfauna, wie sie die Meeresablagerungen des Paläo- und Mesozoikums erweisen, unbedingt von dem Vorhandensein einer mächtigen Algenflora als Urnahrung abhängig.

Man glaubte zwar in den Eophyton- und Fucoïdes-Abdrücken Reste von Algen erkennen zu sollen, doch machten es angestellte Experimente und genauere Beobachtungen wahrscheinlich, daß es sich dabei nur um Spuren von Tieren oder Gewächsen zweifelhafter Art handelt; ebensowenig sichergestellt sind die anderen sogenannten Algengattungen jener ältesten Zeiten. Reichlicher treten die Algen von der Devonzeit an in die Erscheinung, vor allem sind aber die fossilen Algenreste der sekundären und tertiären Periode beachtenswert, und zwar sind es besonders Siphoneen und Korallineen, die sich in den Ablagerungen dieser Schichten deutlich als Algen ausweisen. Aber auch andere Grün- und Rotalgen sowie namentlich Armleuchteralgen sind in deutlichen Resten vorhanden, besonders soweit sie mit Kalk inkrustiert sind. Ebenso gibt es in diesen Schichten zahlreiche Kieselschalen von Bazillariazeen, ja sogar die meisten jetzt noch lebenden Gattungen dieser Algenabteilung sind auch fossil bekannt; bilden sie doch in der Tertiärperiode sowie in neueren Ablagerungen häufig viele Meter dicke Schichten.

Die Einteilung der Algen steht zwar noch nicht ganz fest, doch ist man bezüglich der meisten Hauptabteilungen jetzt schon zu einer gewissen Übereinstimmung gekommen; nur bezüglich der tiefststehenden Algen herrscht noch durchaus Meinungsverschiedenheit. Wir unterscheiden folgende Klassen: 1. Mastigophyceae oder Geißelalgen, 2. Zygophyceae oder Jochalgen, 3. Chlorophyceae oder Grünalgen, 4. Charaphyceae oder Armleuchteralgen, 5. Phaeophyceae oder Braunalgen, 6. Rhodophyceae oder Rotalgen.

Klasse 1:

Mastigophyceae oder Geißelalgen.

Diese unter den Algen die unterste Stelle einnehmende Hauptabteilung schließt sich aufs engste an die zum Tierreich zu rechnenden Mastigozoen oder Geißeltiere an, so daß sie auch mit ihnen unter dem Namen Flagellatae oder Geißelorganismen vereinigt werden kann, falls man das Tier- und Pflanzenreich nicht zu trennen beabsichtigt oder es vorzieht, ein Protistenreich dazwischen einzuschieben. Wie die Schleimpflanzen durch die Amöben, so sind die Geißelalgen durch die Geißeltiere mit dem Tierreich verbunden, bilden aber, im Gegensatz zu den ziemlich isoliert stehenden Schleimpflanzen, eine gute Verbindung zu den höheren Algen und damit auch zu den höheren Pflanzen.

Während die Geißeltiere wie überhaupt die Tiere keine Chlorophyll oder ähnliche Stoffe enthaltenden Chromatophoren haben, also auf organische Nahrung angewiesen sind, die sie, soweit sie nicht parasitisch oder saprophytisch leben, im allgemeinen als feste Nahrung in sich aufnehmen, besitzen die Geißelalgen Chromatophoren oder Farbstoffträger, die mit Hilfe der braungelben oder grünen Farbstoffe, die sie zu bilden vermögen, die Kohlensäure der Luft bzw.

des Wassers assimilieren, d. h. ihrem Körper einfügen und in organische Stoffe verwandeln; sie begnügen sich, die übrigen nötigen Stoffe den sie umgebenden Flüssigkeiten zu entnehmen, leben also holophytisch, d. h. ganz pflanzlich, im Gegensatz zu den animalisch oder doch nur hemiphytisch, d. h. halbpflanzlich, lebenden Geißeltieren.

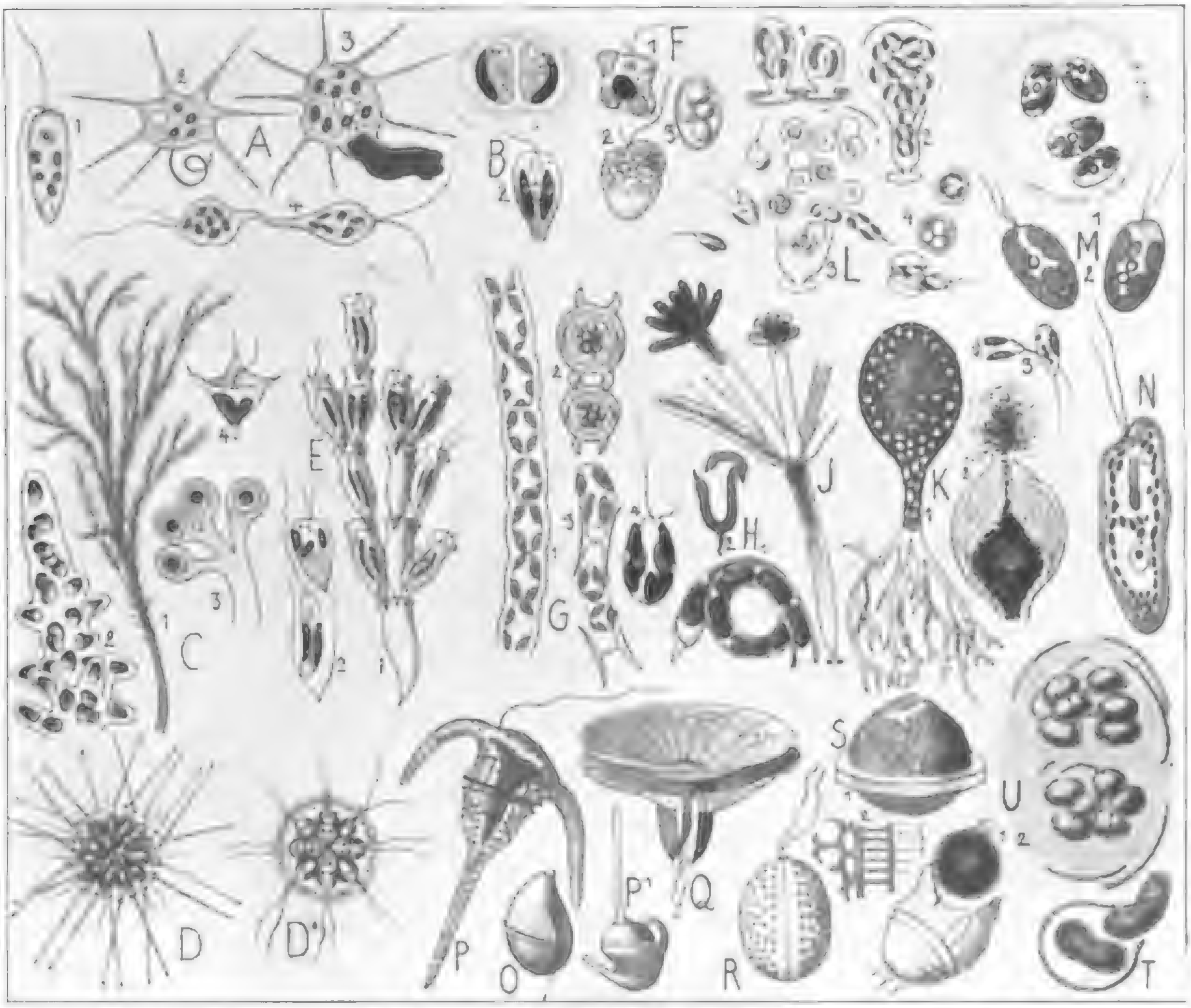


Abb. 6: Geißelalgen (Mastigophyceae).

A Dimorpha radiata: 1 Schwärmzelle; 2 Zelle mit Pseudopodien; 3 Nahrungsaufnahme; 4 Teilung.
B Chromulina ovalis: 1 Teilungsstadium; 2 Geißelschwärmer.
C Hydrurus penicillatus: 1 Pflänzchen; 2 Verzweigung eines Astes; 3 Dauerzellen; 4 Geißelschwärmer.
D Chrysosphaerella longispina.
D* Syncrypta volvox.
E Dinobryon sertularia: 1 Pflänzchen; 2 Teilung.
F Chloramoeba heteramorpha: 1, 2 Geißelschwärmer; 3 Dauerzelle mit Öl.
G Conferva bombycina: 1 Fadenstück; 2 Dauer-Aplanosporen; keimende Aplanosporen; 4 Schwärmer
H Ophiocytium: 1 Zelle mit Sporen; 2 Membran der Zelle.
J Sciadium arbuscula.
K Botrydium granulatum: 1 Pflanze; 2 Entlassung der Zoosporen; 3 Zoosporen.
L Chlorothecium Pirottae: 1 Junge Pflanzen; 2 erwachsene Pflanze; 3 Entleerung und Kopulation der Gameten; 4 Hypnozygoten und Keimung derselben.
M Cyanomonas americana: 1 Palmella-Stadium; 2 Schwärmstadium.
N Chilomonas paramaecium.
O Spirodinium spirale.
P Ceratium tripos.
P¹ Ceratium.
Q Ornithocercus splendens.
R Exuviaella marina.
S Peridinium ovatum: 1 Pflänzchen; 2 Stück der Membran.
T Peridinium acuminatum: Schwärmerbildung.
U Peridinium spiniferum: 1 Schwärmerbildung; 2 Gallertsporen.

Während die Geißeltiere häufig nach Art der Amöben ihre Gestalt verändern und sogar strahlige Fortsätze oder Scheinfüße (Pseudopodien) aussenden, mit denen sie die Nahrung umklammern (Abb. 6, A 2, 3), sind amöbenförmige Änderungen der Körperform bei den Geißelalgen selten, obwohl z. B. Chrysamoeba und Chloramoeba (Abb. 6, F) noch keine starren Zellformen besitzen. Charakteristisch für die tierischen und manche pflanzlichen Formen sind die pulsierenden Vakuolen, die wohl dazu dienen, die verbrauchten und

überflüssigen Zellsäfte herauszuschaffen und so die fortwährende Durchspülung des Körpers mit frischem, Nährstoffe sowie Kohlensäure und Sauerstoff führendem Wasser zu ermöglichen; sie finden sich übrigens zuweilen auch noch bei den Schwärmzellen höherer Algen sowie der Schleimpilze.

Als Produkte der Assimilation treten bei den Geißelalgen neben oder anstatt Stärke und Fett auch andere Stoffe auf, z. B. ein der Stärke nahestehender, Paramylon genannter Stoff, ferner Leukosin, eine weißliche, stark lichtbrechende, als kleine Kugeln im Plasma erscheinende Substanz. Der Zellkern ist gewöhnlich groß und leicht nachweisbar. Die Zellhaut besteht entweder aus Zellulose oder aus knorpeliger bzw. gallertartiger Substanz, in die oft Kalk, Kiesel oder sogar Eisen eingelagert ist. In manchen Fällen wird sie ersetzt durch eine mehr oder minder scharf differenzierte Plasmaschicht.

Die Fortbewegung findet durch eine oder zwei und dann ungleich lange Geißeln statt, doch haben viele Formen auch Ruhezustände, bei denen die Geißeln verschwinden; besonders ist das der Fall bei denjenigen Gattungen, deren Zellen zeitweilig zu Verbänden (Kolonien) vereinigt sind. Ein gutes Beispiel hierfür ist der in kühlen Gebirgsbächen federartige Rasen bildende Hydrurus penicillatus oder Wasserschweif (Abb. 6, C1); hier werden die einzelnen Zellen von einer fast knorpeligen Gallertmasse zusammengehalten (Abb. 6, C2), in der sich dann zum Zwecke der Fortpflanzung die Zellen der Länge nach teilen, um als kleine Geißelschwärmer (Abb. 6, C4) den Zellverband zu verlassen. Auch echte Ruhe- oder Dauerzellen (Akineten) werden bei dieser Alge (Abb. 6, C3) und anderweitig in dieser Klasse (Abb. 6, G2) zum Überstehen ungünstiger Zeiten gebildet. Häufig werden auch die Geißelschwärmer durch Abwerfen der Geißeln und Abrundung zu Ruhezellen, oder es werden gleich von Anfang an durch Verjüngung des Protoplasmas vegetativer Zellen geißellose Aplanosporen gebildet (Abb. 6, H1).

Die Vermehrung findet im allgemeinen durch Längsteilung statt (Abb. 6, B1, E2), doch gibt es bei den Dinoflagellaten auch zuweilen eine Vermehrung durch Verschmelzung der Zellen unter Bildung von Zygosporen. Die Produkte der Zellteilung schlüpfen entweder als Schwärmer aus (Abb. 6, K2, 3, L3) oder bleiben als Sporen bis zur Resorption der Wandung der Mutterzellen unbeweglich liegen (Abb. 6, F3, H1, U2). Die Schwärmzellen bleiben auch häufig vereinigt und bilden dann ganze Kolonien (Abb. 6, D, D*, E1, G1, J). Kopulation der Schwärmzellen ist zwar mehrfach beobachtet worden, aber noch nicht sichergestellt.

Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Klasse besteht im wesentlichen darin, daß viele Geißelalgen als Bestandteile des Planktons den Wassertieren als Urnahrung dienen und so mittelbar für das Leben der Fische von Wichtigkeit sind. Man teilt sie ein in die Unterklassen der Eu-Mastigophyceae oder Echten Geißelalgen und der Dino-Mastigophyceae oder Panzer-Geißelalgen. Die letzteren zeichnen sich durch eine meist aus Tafeln zusammengesetzte und daher panzerförmig aussehende Zellulosemembran sowie durch eine gürtelförmige Furche aus. Die Formen mit verkieselten Schalen werden zuweilen als Silico-Mastigophyceae oder Kiesel-Geißelalgen abgetrennt: ihr Gehäuse besteht bald aus hohlen, bald aus soliden Kieselstäben; es sind dies im Meere lebende Formen mit ein oder zwei Geißeln, die sich vor allem in fossilen Ablagerungen finden.

Unterklasse 1:

Eu-Mastigophyceae oder Echte Geißelalgen.

Die Echten Geißelalgen zerfallen in die vier Reihen der Chrysomonadales, der Heterocontales, der Cryptomonadales und der Euglenales.

Reihe 1:

Chrysomonadales oder Gold-Geißelalgen.

Die Gold-Geißelalgen zeichnen sich durch plattenförmige Chromatophoren aus, deren Chlorophyll durch einen goldgelben Farbstoff, Phycochrysin, verdeckt wird. Die hierhergehörigen Algen enthalten in ihren Zellen keine Stärke, wohl aber Leukosin und zuweilen fettes Öl.

Es sind entweder einzeln lebende Algen, wie die Farbgeißelalge, Chromulina (Abb. 6, B), oder sie bilden Zellverbände, z. B. festsitzende, moosartig verzweigte Fäden, wie bei dem Wasserschweif, Hydrurus (Abb. 6, C), oder aber kugelige, frei im Wasser schwimmende Kolonien, wie bei der Wimpergoldkugel, Synerypta volvox (Abb. 6, D*), und der mit hohlen Kieselnadeln bewehrten Nadelgoldkugel, Chrysosphaerella longispina (Abb. 6, D). Diese Formen erinnern nur äußerlich an die zu den Grünalgen gehörende Wimperkugel, Volvox: die Entwickelungsgeschichte ist ganz verschieden; auch hängen die Zellen der Kolonie nur durch Schleimmassen miteinander zusammen. Sehr eigenartig sind ferner die aus ineinandergesteckten Becherschalen bestehenden, frei im Süßwasser schwimmenden Kolonien der Bechermoosalge, Dinobryon sertularia (Abb. 6, E). Die untersten Formen, wie die Goldamöbe, Chrysamoeba, haben noch eine an die Amöben erinnernde Gestalt ohne feste Wand und vermögen auch gelegentlich noch feste Nahrung in sich aufzunehmen. Ein Teil der Chrysomonadales, die Familie der Chromulinaceae, besitzt nur einzelne Zilien, so Chromulina, Hydrurus, Chrysosphaerella (Abb. 6, B, C, D); die anderen haben zwei Geißeln, die in der Familie der Hymenomonadaceae, z. B. bei Synerypta (Abb. 6, D*) und bei Dinobryon (Abb. 6, E), gleichlang sind, während sie in der Familie der Ochromonadaceae verschiedene Längen aufweisen.

Reihe 2:

Heterocontales oder Ungleichwimper-Geißelalgen.

Charakteristisch für diese Reihe ist die ungleiche Länge der bis auf Botrydium in Zweizahl vorhandenen Geißeln der Schwärmzellen. Die gelblichgrüne Färbung der Chromatophoren beruht auf dem Vorhandensein von Xanthophyll, einem Farbstoff, der mit konzentrierter Salzsäure eine bläuliche Färbung annimmt. Diese Reihe zerfällt in vier Familien.

Ein Vertreter der Familie der **Chloromonadaceae** oder **Gelbmonaden** ist die im Süßwasser lebende Gelbamöbe Chloramoeba (Abb. 6, F). Sie zeichnet sich durch amöbenartige Bewegungen aus und ist auch sonst der Goldamöbe sehr ähnlich; durch geeignete Behandlung (Zusatz von Dextrin oder Lävulose im Dunkeln) kann man Entfärbung und ebenso wieder den gefärbten Zustand hervorrufen, wobei wohl die Chromatophoren erhalten bleiben.

Die Familie der **Confervaceae** oder **Faden-Geißelalgen** wurde lange Zeit zu den höheren Algen in die Nähe der Kraushaaralge (Ulothrix) gestellt. Hierher gehören die Zellfäden bildende Gattung Wasserfaden, Conferva (Abb. 6, G), die aus spiraligen Zellen bestehende Gattung Schlangenfaden, Ophiocytium (Abb. 6, H), und die doldenförmige Verzweigungen aufweisende Gattung Doldenfaden, Sciadium (Abb. 6, J), die alle drei auch bei uns im Süßwasser, besonders in Sümpfen, leben, die beiden ersteren frei, die letztere festgewachsen. Diese Formen haben größtenteils aus Pektin bestehende Zellwände, die sehr eigenartiges Längen- und Dickenwachstum aufweisen, indem von innen stets neue, im Längsschnitt H-förmige Zellwandteile eingeschoben werden (Abb. 6, G 2, H 2). Bei Ophiocytium lassen sich zahlreiche Kerne in der spiraligen Zelle nachweisen. Die Doldenform von Sciadium (Abb. 6, J) entsteht nicht etwa unmittelbar durch Zellteilung, sondern ähnlich wie bei Dinobryon (Abb. 6, E) dadurch, daß die austretenden Sporen sich an der Öffnung der leeren Zellhaut der Mutterzelle festsetzen und dort weiterwachsen.

Die Familie der **Botrydiaceae** oder **Blasen-Geißelalgen** ist gleichfalls erst neuerdings zu den Geißelalgen gestellt worden. Die wichtigste der zwei Arten der einzigen Gattung Botrydium oder Beerenblase ist B. granulatum (Abb. 6, K); sie bildet birnförmige, bis 2 mm große einzellige grüne Blasen auf feuchtem Kulturland sowie an Teich- und Grabenrändern und entsendet wurzelartige Ausläufer (Rhizoïden) in das Substrat. Die Blase ist von Flüssigkeit erfüllt und enthält in ihrem plasmatischen Wandbelag viele Zellkerne sowie linsen- bis spindelförmige Chromatophoren. Bei Benetzung mit Wasser teilt sich der Wandbelag in äußerst zahlreiche Einzelzellen, die später als Zoosporen aus der an der Spitze platzenden Blase austreten (Abb. 6, K 2). Jede einzelne ist mit einer Zilie und zwei Chromatophoren versehen (Abb. 6,

K 3); zur Ruhe gekommen, runden sie sich ab und keimen zu Schläuchen aus. Bei langsamer Austrocknung wandert das Plasma der Blase in die Wurzelfortsätze und teilt sich dort in kleine Massen, die als sogenannte Zysten längere Zeit ruhen können, um unter geeigneten Verhältnissen wieder auszuwachsen oder Zoosporen zu bilden. Eine Kopulation der Zoosporen ist beobachtet, aber noch nicht sichergestellt worden.

Die Familie der **Chlorotheceae** oder **Paarungs-Geißelalgen** ist charakterisiert durch das Auftreten der Sexualität, indem die Schwärmzellen zu zweien miteinander verschmelzen. Chlorothecium Pirottae oder die Urnen-Geißelalge (Abb. 6, L) bildet kleine urnenförmige Blasen, die aber ohne Hohlraum in wenig zahlreiche Zoosporen zerfallen; als Folge der Kopulation entstehen Ruhezellen (Hypnozygoten; Abb. 6, L 4), die wiederum einige Schwärmzellen hervorbringen. Die anderen beiden Gattungen stellen baumförmig verzweigte Gebilde dar.

Reihe 3:

Cryptomonadales oder Stärke-Geißelalgen.

Die Stärke-Geißelalgen zeichnen sich im wesentlichen durch ihre Stärke oder stärkeähnlichen Stoffwechselprodukte aus. Die meist einzelligen, mit zwei Geißeln versehenen Arten erinnern zuweilen durch Augenflecke und eine schlundartige Vertiefung an die tierischen Geißelorganismen, jedoch besitzen sie deutlich erkennbare, meist gelbbraune oder blaugrüne Chromatophoren, und auch bei den farblosen Arten, wie Chilomonas oder Lippen-Geißelalge (Abb. 6, N), findet man deutliche Stärkebildner (Leukoplasten). Die Stärke-Geißelalgen haben meist keine Zellwand, doch gibt es auch Formen, die, zur Ruhe gekommen, Membranen ausscheiden oder durch Verschleimung größere Kolonien bilden, wie Cyanomonas oder Blau-Geißelalge (Abb. 6, M).

Hierher gehört auch die Gattung Zooxanthella oder tierbewohnende Gelbalge, die sich als einzellige Alge mit großen gelblichen Chromatophoren in Radiolarien, Polypen, Schwämmen, Bryozoen, Foraminiferen usw. findet. In Wasser isoliert, bildet sie kugelige, von Zellulosemembran umgebene Zellen, die durch Teilung sogar zu Kolonien auswachsen, aber unter gewissen Umständen Zilien tragende Schwärmzellen ausschlüpfen lassen.

Reihe 4:

Euglenales oder Vakuolen-Geißelalgen.

Die Vakuolen-Geißelalgen stehen dem Tierreich noch näher, da bei ihnen neben dem roten Augenfleck und der schlundartigen Einstülpung auch mehrere Vakuolen vorkommen, eine größere Hauptvakuole mit Ausfuhrkanal und mit ihr in Verbindung mehrere pulsierende Nebenvakuolen. Es sind längliche, einzellige Geißelorganismen, deren einzige Wimper am Grunde des Ausfuhrkanals neben dem Augenfleck entspringt. Die gewöhnlich grünen, zuweilen durch Lipochrom roten Chromatophoren sind ziemlich zahlreich; aber auch die farblosen oder durch veränderte Lebensbedingungen entfärbten Formen enthalten noch Stärkebildner (Leukoplasten). Als Stoffwechselprodukt wird eine besondere Art Stärke (Paramylon) gebildet, daneben fettes Öl.

Die bekannteste Gattung ist die in 18 Arten im Süßwasser, aber auch im Meere lebende Euglena oder Rotäuglein, von der besonders die grüne E. viridis und die rote E. sanguinea häufig sind. Die letztere färbt zuweilen sogar die Teiche rot. Ihre Vermehrung geschieht durch Längsteilung, gewöhnlich während eines Ruhestadiums der sonst sehr lebhaft sich bewegenden Zellen, nach Abwerfung der Zilie und Umschließung mit einer Gallerthülle. Dauerstadien nach kugeliger Abrundung der Zellen kommen auch vor, ebenso Bildung von Zellverbänden durch Teilung ruhender, von Gallert umgebener Zellen.

Unterklasse 2:

Dino-Mastigophyceae oder Panzer-Geißelalgen.

Die Panzer-Geißelalgen zeichnen sich durch eine Gürtelfurche und meist durch einen Zellulosepanzer aus. Sie umfassen zahlreiche, gewöhnlich freischwimmende einzellige, selten

kettenförmig verbundene Formen mit zwei Zilien, von denen die eine nach vorn oder rückwärts gerichtet ist, während die andere meist in der Gürtelfurche quer um den Körper der Alge gelegt ist. Auch ein System pulsierender Vakuolen ist häufig vorhanden, während als Inhaltskörper Stärke und fettes Öl auftritt. Die Vermehrung geschieht gewöhnlich durch Zweiteilung, ein Prozeß, bei dem die Schale an der Naht platzt und an jedem Teile später die fehlende Hälfte erzeugt wird. Es kommen auch Ruhezustände vor, wobei der Zelleib häufig aus der Panzerhülle heraustritt (Abb. 6, U 1), sich abrundet und zuweilen unter Verdickung der Membran Dauerzustände (Zysten) bildet, die wieder durch Teilung bewegliche oder unbewegliche Vermehrungszellen (Abb. 6, F 3) oder unter Gallertbildung Kolonien (Abb. 6, U 2) zu erzeugen vermögen. Kopulation der Schwärmzellen ist noch nicht sicher beobachtet worden, wohl aber Verschmelzung ruhender Zellen, also Zygosporenbildung.

Die Panzer-Geißelalgen bilden häufig den größten Teil des marinen und Süßwasserplanktons und verleihen dem Wasser zuweilen sogar eine braune Färbung; sie haben nämlich meist braungelb gefärbte Chromatophoren, aber auch hellgelbe oder grüne Färbungen sind nicht selten. Namentlich die nordischen Gewässer sind häufig überreich an Peridineen, aber im Verhältnis zu den Tropen arm an Arten. Ein Teil dieser Algen ist an der Entstehung des Meerleuchtens beteiligt, z. B. Pyrocystis noctiluca, die Feuerkugel, sowie Ptychodiscus noctiluca, die leuchtende Faltenscheibe. Die Panzerhüllen, die nicht aus reiner Zellulose bestehen, haben meist Poren, aus denen das Protoplasma Fortsätze herauszusenden vermag (Abb. 6, R), häufig auch netzförmige Verdickungen (Abb. 6, S 1, 2).

Diese Unterklasse zerfällt in drei Familien. Die Familie der **Gymnodiniaceae** oder **Nacktgürtel-Geißelalgen** hat keinen Hautpanzer, wohl aber eine Längs- und eine Querfurche, in welch letzterer die zweite Geißel liegt. Die Spiralgürtel-Geißelalge, Spirodinium spirale (Abb. 6, O), ist ein Beispiel hierfür. Die Familie der **Prorocentraceae** oder **Zweischalen-Geißelalgen** besitzt einen aus zwei Schalen bestehenden Hautpanzer, aber keine Querfurche und daher zwei freie Geißeln. Hierzu gehört die Globus-Geißelalge, Exuviaella marina (Abb. 6, R). Die Familie der **Peridiniaceae** oder **Vielplatten-Geißelalgen** hat einen Panzer, der aus mehr als zwei Platten besteht, und neben der Längsfurche auch eine die zweite Geißel bergende Querfurche. Bei Ceratium, der Hornpanzer-Geißelalge, finden sich merkwürdige stachelförmige, oft gekrümmte Fortsätze (Abb. 6, P P 1), bei Peridinium, der Kreisgürtel-Geißelalge, sind die Gürtelränder erweitert (Abb. 6, S), bei Ornithocercus, der Schirmpanzer-Geißelalge (Abb. 6, Q), sogar fallschirmartig ausgebreitet, während gleichzeitig der eine Rand der Längsfurche flügelartig verbreitert und bei manchen Arten überdies durch derbe Strahlen ausgesteift ist. Diese Schwebeeinrichtungen sind Anpassungen an die freischwimmende Lebensweise dieser Algen. Den namentlich in den Tropen zu abenteuerlichen Formen verlängerten Stacheln, Leisten, Kämmen usw. fällt auch die Rolle von Schutzorganen zu, die zwar der Fortbewegung durch die Geißeln hinderlich, aber doch von großem Nutzen für die Algen sein müssen.

Klasse 2:

Bacillariales oder Stabalgen.

Diese gewöhnlich unter dem Namen Diatomeen bekannte Algenklasse gehört wegen ihrer mannigfachen und zierlichen Schalenstruktur zu den beliebtesten mikroskopischen Objekten, und manche ihrer Vertreter werden mit Vorliebe zur Prüfung der Mikroskope verwendet.

Es sind einzellige, häufig dauernd oder zeitweise zu Ketten (Taf. 3, B—D, O—S, W, Y, d, e, g) aneinandergereihte, seltener durch Gallertstiele zu Kolonien vereinigte (Taf. 3, f, i) oder gemeinsam von Gallerthüllen umschlossene (Taf. 3, l) Algen. Charakteristisch ist vor allem die starre Membran, sowohl durch die Kieseleinlagerung der zellulosеartigen Grundsubstanz, die so stark ist, daß bei Verkohlung die Struktur der Membran erhalten bleibt, als

Stabalgen (Bacillariales).

A) Melosira Montagnei.
1) Schalenansicht, 2) zwei Zellen in Gürtelansicht.
B) Stephanopyxis superba.
C) Syndetocystis barbadensis.
D) Thaumatonema costatum.
E) Anteleminellia gigas.
F) Cyclotella comta.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
G) Stephanodiscus Zachariasii.
H) Stictodiscus Kittonianus.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
J) Planktoniella sol.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
K) Gossleriella tropica.
L) Pyrgodiscus armatus.
M) Aulacodiscus Petersii.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
N) Tabulina testudo.
O) Corethron eriophilum.
P) Guinardia baltica.
Q) Chaetoceras protuberans.
R) Bacteriastrum varians.
S) Eucampia zodiacus.
T) Rhizosolenia setigera.
U) Chaetoceras boreale.
V) Liradiscus ovalis.
W) Chaetoceras paradoxum.
X) Entogonia pulcherrima.
Y) Triceratium antediluvianum.
Z) Triceratium alternans.

a) Biddulphia Smithii.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht, 3) B. aurita.
b) Hemiaulus exsculptus.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht, 3) Kette.
c) Pseudorutilaria monile.
1) Schalenansicht, 2) Gürtelansicht zweier benachbarter Zellen.
d) Tabellaria fenestrata.
e) Grammatophora serpentina.
f) Licmophora flabellata.
g) Diatoma vulgare.
h) Fragilaria Harrisonii.
i) Synedra fulgens.
1) Teil einer Kolonie, 2) Gürtelansicht.
k) Asterionella formosa.
l) Navicula Grevillei.
1) Schalenansicht, 2) Schläuche mit Zellen.
Navicula firma.
3) Auxosporenbildung, 4) Auxospore.
m) Van Heurckia (Frustulia) rhomboides.
1) Kopulation zweier Zellen, 2) Auxosporenbildung.
n) Pyxilla Johnsoniana.
o) Stephanogonia actinoptychus.
p) Xanthiopyxis oblonga.
q) Ktenodiscus hungaricus.
1) von der Seite, 2) von unten.
r) Periptera tetracladia.
s) Hercotheca mamillaris.
t) Dicladiopsis barbadensis.
u) Dicladiopsis robusta.
v) Syringidium daemon.
w) Goniothecium odontella.
x) Streptotheca thamesis.

[Zu Tafel 3.]

Stabalgen (Bacillariales).

A) Melosira Montagnei.
1) Schalenansicht, 2) zwei Zellen in Gürtelansicht.
B) Stephanopyxis superba.
C) Syndetocystis barbadensis.
D) Thaumatonema costatum.
E) Antelminellia gigas.
F) Cyclotella comta.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
G) Stephanodiscus Zachariasii.
H) Stictodiscus Kittonianus.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
J) Planktoniella sol.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
K) Goßleriella tropica.
L) Pyrgodiscus armatus.
M) Aulacodiscus Petersii.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht.
N) Tabulina testudo.
O) Corethron criophilum.
P) Guinardia baltica.
Q) Chaetoceras protuberans.
R) Bacteriastrum varians.
S) Eucampia zodiacus.
T) Rhizosolenia setigera.
U) Chaetoceras boreale.
V) Liradiscus ovalis.
W) Chaetoceras paradoxum.
X) Entogonia pulcherrima.
Y) Triceratium antediluvianum.
Z) Triceratium alternans.

a) Biddulphia Smithii.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht, 3) B. aurita.
b) Hemiaulus exsculptum.
1) Schalen-, 2) Gürtelansicht, 3) Kette.
c) Pseudorutilaria monile.
1) Schalenansicht, 2) Gürtelansicht zweier benachbarter Zellen.
d) Tabellaria fenestrata.
e) Grammatophora serpentina.
f) Licmophora flabellata.
g) Diatoma vulgare.
h) Fragilaria Harrisonii.
i) Synedra fulgens.
1) Teil einer Kolonie, 2) Gürtelansicht.
k) Asterionella formosa.
l) Navicula Grevillei.
1) Schalenansicht, 2) Schläuche mit Zellen.
Navicula firma.
3) Auxosporenbildung, 4) Auxospore.
m) Van Heurckia (Frustulia) rhomboides.
1) Kopulation zweier Zellen, 2) Auxosporenbildung.
n) Pyxilla Johnsoniana.
o) Stephanogonia actinoptychus.
p) Xanthiopyxis oblonga.
q) Ktenodiscus hungaricus.
1) von der Seite, 2) von unten.
r) Periptera tetracladia.
s) Hercotheca mamillaris.
t) Dicladiopsis barbadensis.
u) Dicladiopsis robusta.
v) Syringidium daemon.
w) Goniothecium odontella.
x) Streptotheca thamesis.



Stabalgen (Bacillariales).

auch durch das schachtelartige Übereinandergreifen der Schalenhälften. Man unterscheidet an der Membran einerseits die Haupttafeln (auch Hauptplatten oder Schalen genannt), die in der mannigfachsten Weise mit Skulpturen versehen sind, und bei denen sich häufig Bodenplatte und Deckelplatte verschieden verhalten, anderseits die übereinandergreifenden Gürtel- oder Nebentafeln (auch Gürtelplatten oder Gürtelbänder genannt), die nicht skulpturiert sind; zuweilen sind auch noch Zwischenbänder oder Zwischenschuppen eingelagert. Die Verbindung der verschiedenen Schalenteile wird durch eigenartig gestaltete Falzflächen hergestellt, die beiden Hälften sind aber nicht fest miteinander verbunden. Die Skulpturen der Membranen bestehen aus Systemen paralleler, strahliger oder sich kreuzender Linien; auch punkt- oder kreisförmige bzw. gitter- oder wabenartige Areolen sind häufig. Hervorgerufen wird die Zeichnung durch äußerst feine, erhabene Leisten, wozu in vielen Fällen noch größere, zentrifugal entstehende Erhebungen, Leisten, Flügel, Knoten, Höcker, Hörner (Taf. 3, Q), Stacheln (Taf. 3, B, p, u), Dornen (Taf. 3, L), Wimpern (Taf. 3, G, O), Strahlen (Taf. 3, k), Haken (Taf. 3, C), Klauen (Taf. 3, b 3), Kronen (Taf. 3, o, q, s), Zitzen (Taf. 3, M, 2) usw. kommen.

Häufig lassen sich auf der Schale drei knotenförmige Verdickungen unterscheiden, ein Zentralknoten und zwei Endknoten, die durch eine feine Linie, Raphe oder Naht genannt, in Wirklichkeit eine spaltartige Durchbrechung der Membran, miteinander in Verbindung stehen (Taf. 3, l 1). Die Struktur ist entweder zentrisch, indem sich die Zeichnung strahlig oder kreisförmig um einen Punkt herum gruppiert, oder symmetrisch bzw. fiederig, indem eine Halbierungslinie die Schale in zwei symmetrisch gezeichnete Hälften teilt. Gewöhnlich sind die Schalen doppelt, also nach zwei Richtungen hin symmetrisch, oft ist aber die eine Seite breiter als die andere. Nur im ersteren Falle entstehen durch Aneinanderlagerung wirkliche Ketten (Taf. 3, P, W, Y, b 3, d, e); im anderen Falle entstehen Spiralen (Taf. 3, S) oder Fächer (Taf. 3, f, i). Zuweilen hängen die Kettenglieder durch deutliche Gallertverbindungsstücke (Taf. 3, e, g), in anderen Fällen vermöge ihrer Auswüchse miteinander zusammen (Taf. 3, B—D, W, a 3, b 3); manchmal legen sie sich wiederum mit ihrer Längsseite jalousieartig nebeneinander (Taf. 3, d). Die Verbindung besteht wohl stets in einer feinen Gallerte, die oft durch besondere Gallertporen ausgeschieden wird.

Der zuweilen durch Scheidewände in Zellen zerlegte (Taf. 3, c 2) Innenraum wird von einem einzigen zentralen Saftraum ausgefüllt, der von Plasma umhüllt und durchzogen wird. Im Plasma eingebettet liegen außer dem Kern meist zahlreiche kleine und plattenförmige, selten einzelne große, grünlichgelbe oder gelbbraune Chromatophoren, die eine gelbe, Diatomin genannte Modifikation des Chlorophylls enthalten. Interessant sind die Bewegungserscheinungen der Stabalgen. Zuweilen sind es Pendelbewegungen, ähnlich wie bei den Desmidiazeen, indem die Zelle an dem einen Ende festsitzt und mit dem anderen pendelt. Freie Bewegungen sind bisher nicht konstatiert worden, wohl aber Gleitbewegungen verschiedener Art, bald gleichmäßig, bald ruckförmig, manchmal in die entgegengesetzte Richtung umschlagend und häufig unabhängig von der Seite, auf der die Alge gerade liegt. Man bringt diese Gleitbewegung mit dem schraubenförmigen Heraustreten von Plasma aus den Endknoten in Verbindung, da hierdurch ähnlich wie bei der Schiffsschraube ein Wasserstrudel hervorgerufen wird. Das herausströmende Plasma fließt dann im äußeren Raphespalt zum Zentralknoten, um im inneren Raphespalt wieder zum Endknoten zurückzukehren.

Das Wachstum der Zellen kann nur durch Auseinanderrücken der beiden übereinanderliegenden Gürtelplatten vor sich gehen, also ist auch die Teilung der Zellen (Taf. 3, A 1) nur

in dieser Richtung möglich. Hierbei müssen notwendig die neuangelegten Membranhälften der Tochterzellen etwas kleiner werden als die der Mutterzelle, so daß bei fortgesetzter Teilung die jüngeren Generationen immer kleiner werden. Dieser zunehmenden Verzwergung wird schließlich durch einen Verjüngungsprozeß ein Ende gemacht, der entweder ungeschlechtlich vor sich geht oder mit einer Verschmelzung zweier Zellen verbunden ist. Das Wesentliche dabei ist in beiden Fällen, daß die Schalen abgeworfen werden und der frei werdende Protoplasmaleib (Taf. 3, 13) ohne oder nach der Befruchtung sich vergrößert und sich mit einer feinverkieselten Sporenhaut (**Perizonium**) umgibt, innerhalb der sich die Erstlingszellen der neuen Generation bilden (Taf. 3, 14, m 2). Die geschlechtliche Verjüngung vollzieht sich im übrigen unter verschiedenen Bedingungen; manchmal genügt das Nebeneinanderliegen der nackten Zellen in gemeinsamer Gallerthülle, um sie zu dem starken Längenwachstum anzuregen, in anderen Fällen findet Berührung, in wieder anderen eine wirkliche Verschmelzung (Taf. 3, m 1) statt; auch Kreuzbefruchtung nach vorheriger Zweiteilung der nackten Zellen wurde beobachtet.

Dauer- oder Ruhesporen kommen ebenfalls häufig vor, namentlich bei den im Meere frei schwebenden, einer Periodizität nach Jahreszeiten unterliegenden Formen; sie bilden sich unter Kontraktion des Plasmas (Taf. 3, W) und haben meist eine andere Gestalt als die vegetativen Zellen sowie häufig recht verschiedene Schalenhälften. Die auf Taf. 3 in Fig. n—w abgebildeten Formen sind großenteils solche fossile Ruhezustände unbekannter Arten, während die zu Spiralbändern vereinigten Zellketten x, die im Brackwasser der Themsemündung gefunden werden, möglicherweise nicht zu den Stabalgen gehören.

Die **Verbreitung** der Stabalgen umfaßt die gesamte Erde, und zwar bewohnen sie sowohl das Süßwasser als auch die Meere; namentlich auf dem schlammigen Grunde ruhiger Gewässer bilden sie oft dicke, braune Überzüge, ebenso bewohnen sie die Wasserpflanzen und besonders die Algen, die oft von einem dichten Pelz der gestielten Arten fast bis zur Unkenntlichkeit überzogen sind, während am Grunde der Gewässer meist die beweglichen, kriechenden Arten vorherrschen. Auch in fließendem Wasser, in Wasserleitungen, an feuchten Baumrinden und berieseltem Moos sind zahlreiche Stabalgen zu finden, hier wiederum vorwiegend festsitzende Arten. Während die meisten der etwa 170 Gattungen entweder auf das Meer oder auf Süßwasser beschränkt sind, gibt es auch zahlreiche Gattungen, die in beiden Gewässern Vertreter haben, ja einzelne Arten können sowohl süßes als auch salziges Wasser vertragen. Gegen Temperaturunterschiede sind viele Stabalgen abgehärtet, so daß es sogar Kosmopoliten unter ihnen gibt; auch in den arktischen Gebieten kommen noch zahlreiche Formen vor. Besonders zahlreich an Individuen sind sie in kühlen Gewässern und in den warmen in den kühlen Jahreszeiten. Häufig treten sie so massenhaft auf, daß das Meerwasser gelblich gefärbt wird.

Man unterscheidet Grund-Stabalgen, die am Boden oder auf einem Substrat kriechen bzw. festgewachsen sind, und Plankton-Stabalgen, die im Wasser schweben. Zu den ersteren gehören alle Raphe und Gallertstiele besitzende Formen, die letzteren zeichnen sich durch Oberflächenvergrößerung aus, häufig durch scheibenartige Gestalt (Taf. 3, H, J, K) oder durch allerlei Anhänge (Taf. 3, B—D, G, O, Q, R, T, U), die einerseits als Schwebevorrichtungen, anderseits als Schutzorgane dienen.

Die Stabalgen bilden einen wesentlichen Teil der unmittelbar oder mittelbar den Fischreichtum ermöglichenden Urnahrung. Da die Kieselschalen nicht verdaut werden, findet man sie im Magen der verschiedensten im Wasser lebenden Organismen, wie Krebse, Salpen, Schnecken, Fische. Auf diese Weise gelangen sie dann auch in den Guano, dessen Herkunft sich geradezu nach den Stabalgen wie durch Leitfossilien bestimmen läßt.

Da die Schalen auch der Verwesung nicht unterliegen, so bilden die Stabalgen einen großen Teil des Tiefseeschlammes und anderer Wasserablagerungen, wie Süßwassermergel usw. Die meisten Alluvionen enthalten Schalen von Stabalgen, so z. B. der Nilschlamm und oft auch die gewöhnliche Ackererde. Namentlich die diluvialen Kieselgurlager bestehen zuweilen fast nur aus Schalen von Stabalgen, und diese sind die Ursache, daß manche derselben, wie z. B. das bekannte Lager unter der Sandschicht der Lüneburger Heide, als Isoliermaterial und zur Bereitung von Dynamit Verwendung finden. Auch Berlin steht zum Teil auf einer solchen für Bauzwecke durch seine Beweglichkeit und Nachgiebigkeit sehr lästigen, bis zu 30 Meter dicken Ablagerung von Stabalgen, und ähnliche Lager finden sich bei Königsberg, bei Franzensbad, in Toskana, in Mexiko, in Mauritius sowie in Lappland und Sibirien; hier soll sogar dieses sogenannte Bergmehl gelegentlich mit Getreidemehl zusammen verbacken werden. Neben diesen neuzeitlichen Lagerstätten gibt es aber auch viele tertiäre Fundstellen; so hat man Stabalgen im Bernstein gefunden, und der Polierschiefer von Bilin in Böhmen besteht so gut wie ganz daraus. In Kreideablagerungen sind sie dagegen bisher selten konstatiert worden, vermutlich, weil der Kieselpanzer hier in kohlensauren Kalk umgewandelt und daher unkenntlich geworden ist; haben sie doch auch in vielen Schiefern und Tonablagerungen ihre Kieselsäure verloren.

Bei dem außerordentlichen Formenreichtum dieser Klasse würde es zu weit führen, auf die einzelnen Familien näher einzugehen; es seien deshalb hier nur die wichtigsten Einteilungsprinzipien erwähnt. Man kann die Stabalgen nach der Zahl der Chromatophoren oder nach dem Vorhandensein der Raphe einteilen. Neuerdings werden sie nach ihrem strahligen oder symmetrischen Bau in Centricae und Pennatae gesondert; die ersteren zerfallen wieder nach ihrer Form in scheibenartige (Discoideae; Taf. 3, A—N, V), stabartige (Solenoideae; Taf. 3, O, P, T) und büchsenförmige (Biddulphioideae; Taf. 3, Q—S, U, W—Z, a, b), die letzteren in raphelose (Fragilarioideae; Taf. 3, c—k), nur auf einer Schale eine echte Raphe aufweisende (Achnanthoideae) und auf beiden Schalen eine echte Raphe besitzende (Naviculoideae und Surirelloideae; Taf. 3, l u. m), von denen die letzteren sich durch seitlich die Raphe verdeckende Flügelkiele auszeichnen. Es gibt zahlreiche Gattungen mit über 100 Arten, von Navicula im weiteren Sinne sind sogar 900—1000 Arten beschrieben. Eine Folge hiervon sowie der Zierlichkeit der Formen und des Umstandes, daß sich die charakteristischen Kieselschalen so leicht als mikroskopische Präparate konservieren lassen, ist es, daß die Kenntnis der Stabalgen sich zu einer besonderen Spezialwissenschaft entwickelt hat, die zahlreiche Liebhaber beschäftigt.

Klasse 3:

Zygophyceae oder Jochalgen.

Diese in drei Familien zerfallende Klasse der Algen steht den Bacillariales oder Stabalgen so nahe, daß sie neuerdings sogar mit ihnen zu der Klasse der Acontae oder Geißellosen vereinigt wird. Sie unterscheidet sich aber von ihnen durch die rein grüne Färbung der Chromatophoren und das Fehlen der Kieseleinlagerungen in der Membran; auch besteht letztere zwar in vielen Fällen aus zwei Teilhälften, nicht aber aus zwei getrennten, schachtelförmig übereinandergreifenden Schalen. Gemeinsam sind beiden Klassen das Fehlen der Geißeln in allen Lebensstadien sowie die Bildung von Zygoten (oder Zygosporen) durch Vereinigung nicht oder doch nur passiv beweglicher, nackter Geschlechtszellen (Aplanogameten).

Die Jochalgen sind zum bei weitem größten Teil Süßwasserbewohner, entweder Einzelzellen oder Zellfäden, da die Zellen sich stets nach der gleichen Richtung hin teilen. Zellgewebe kommen nicht vor, wohl aber zuweilen kettenförmige oder rundliche Zellverbände (Kolonien). Nicht nur die Form der Zellen ist von großer Mannigfaltigkeit und häufig sehr charakteristisch, sondern auch die Anordnung der Chromatophoren und die Art der Zygosporenbildung. Aus den

Zygosporen entstehen unter Sprengung der Membran unmittelbar oder mittelbar wieder die vegetativen Zellen. Dickwandige Ruhezellen (Akineten) kommen gleichfalls oft vor, häufig auch ungeschlechtlich erzeugte, ebenfalls nur passiv bewegte Fortpflanzungszellen (Aplanosporen).

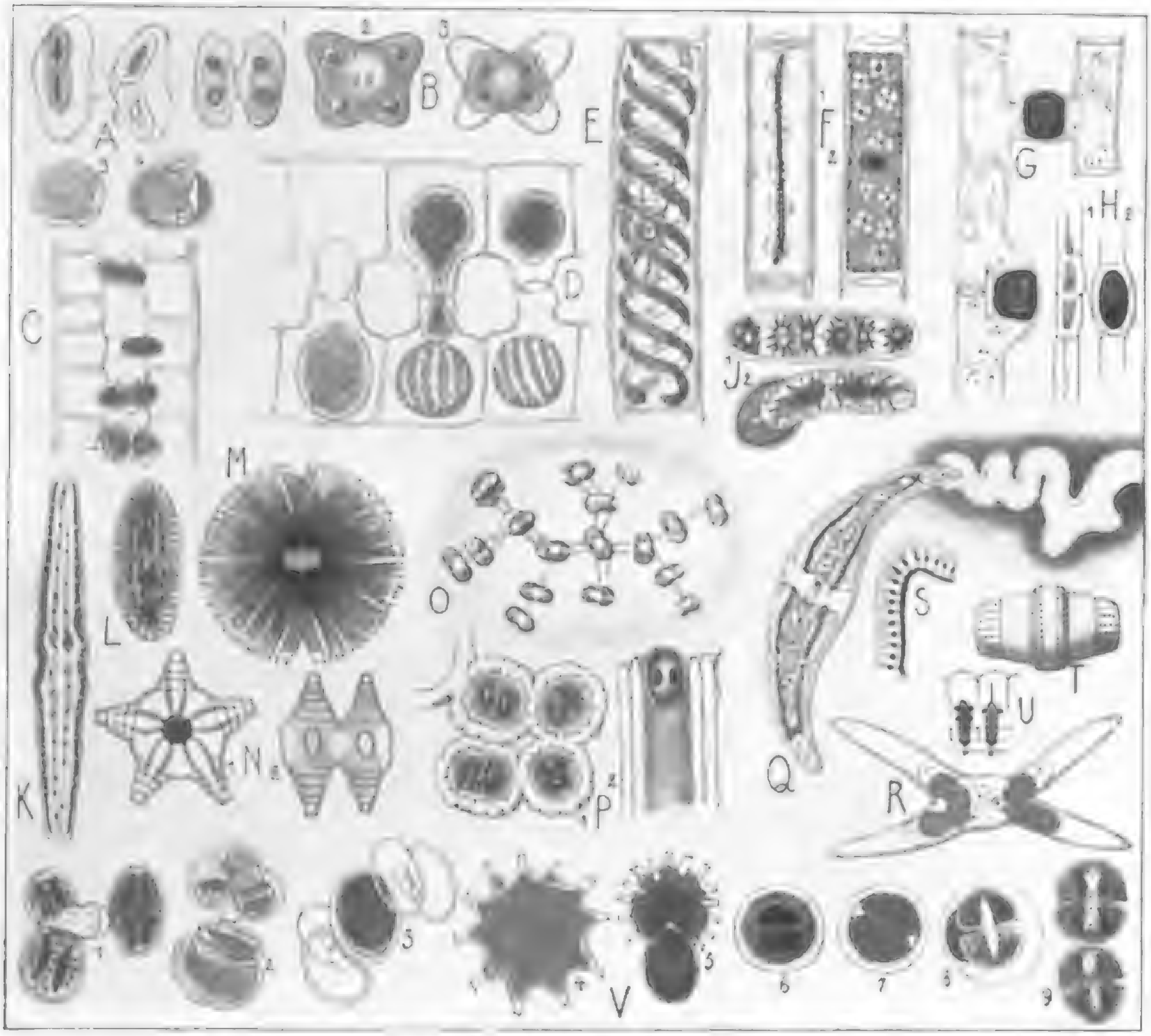


Abb. 7: Jochalgen (Zygophyceae).

A Mesotaenium chlamydosporum: 1, 2 Ungeschlechtliche Zellteilung; 3, 4 Keimung der Zygote.
B Cylindrocystis Brebissonii: 1—3 Bildung der Zygote.
C Zygogonium didymum: Bildung von Zygoten.
D Spirogyra Heeriana: dasselbe.
E Spirogyra quinina: Zelle mit spiraligem Chromatophor.
F Mougeotia scalaris: Zelle des bandartigen Chromatophors, 1 von der Seite, 2 von vorn.
G Mougeotia mirabilis: Bildung der Zygoten.
H Mougeotia Uleana: 1, 2 Bildung der Zygoten.
J Zygnema leiospermum: 1 Junger Faden; 2 keimende Zygote.
K Pleurotaenium trabecula.
L Penium oblongum.
M Euastrum rota.
N Staurastrum crenulatum: 1 von vorn; 2 zwei Zellen von der Seite.
O Cosmocladium saxonicum: Kolonie in Gallerthülle.
P Oocardium stratum: 1 Kalkröhren von oben; 2 im Längsschnitt.
Q Closterium moniliferum mit Gallertausscheidung in Tusche.
R Closterium parvulum: Kopulation.
S Micrasterias: Poren der Membran.
T Bambusina Brebissonii.
U Xanthidium armatum: Poren der Membran.
V Cosmarium botrytis.

Während die Jochalgen zu den Geißelalgen trotz des Fehlens der Geißeln in ihren einfachsten Formen Beziehungen haben, da ja auch den letzteren Kopulation nicht ganz fremd ist, sind die Beziehungen der komplizierten Formen zu den höheren Algen recht gering; sie bilden also zusammen mit den Stabalgen einen blind auslaufenden Zweig der Algen. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Klasse besteht nur darin, daß sie Wassertieren als Nahrung dienen und so mittelbar der Fischzucht nützlich sind.

Die kleine Familie der **Mesotaeniaceae** oder **Freizell=Jochalgen** besteht aus einzelligen Algen, deren Zellinhalt sich paarweise ohne starke Kontraktion zu einer Zygote vereinigt (Abb. 7, B 1—3).

In manchen Fällen bildet jede Zelle durch Teilung zwei Gameten (Abb. 7, A 1, 2), die dann paarweise kopulieren. Aus der Zygote entstehen bei der Keimung vier Zellen (Abb. 7, A 3, 4). Die Chromatophoren sind bei den drei Gattungen verschieden geformt, bei Mesotaenium plattenförmig, bei Cylindrocystis sternförmig, bei Spirotaenia spiralig. Die meisten Arten leben im Wasser, manche wachsen auf dem Lande, an feuchten Felswänden, zwischen feuchtem Moos.

Die Familie der **Zygnemaceae** oder **Faden=Jochalgen** umfaßt Algen, die unverzweigte Zellfäden bilden und in sehr verschiedener Weise kopulieren. Es treten entweder zwei Nachbarzellen desselben Fadens (Abb. 7, H) oder zwei Zellen benachbarter Fäden (Abb. 7, C, D) miteinander in Verbindung; zuweilen findet man bei derselben Alge sogar beides (Abb. 7, G). Die Zygote entwickelt sich in der einen der beiden kopulierenden Zellen selbst (Abb. 7, D) oder in dem Verbindungskanal, manchmal in besonderen dort abgeteilten Zellen (Abb. 7, C). Bei Mougeotia nimmt nur ein Teil des Plasmas der Kopulationszellen an der Bildung der Zygote teil (Abb. 7, G). Die Zygote entsteht gewöhnlich unter starker Kontraktion des Plasmas; bei der Keimung wächst sie in eine längliche Zelle aus (Abb. 7, J 2). Auch ohne Befruchtung, also parthenogenetisch, gebildete, im übrigen aber den Zygoten ähnliche Zellen (Parthenosporen) kommen in der Natur vor und lassen sich ebenfalls in den Kulturen erzeugen.

Die Chromatophoren sind bei den sechs Gattungen dieser Familie von sehr verschiedener Gestalt; bei der aus etwa 100 Arten bestehenden Gattung Spirogyra oder Spiralband-Jochalge sind sie zu einem Spiralband angeordnet (Abb. 7, E), bei der über 40 Arten umfassenden Gattung Mougeotia oder Plattenband-Jochalge bilden sie eine die Zelle der Länge nach durchziehende Platte (Abb. 7, F), bei der Gattung Zygnema oder Stern-Jochalge, zu der etwa 30 Arten gehören, sind die Chromatophoren jeder Zelle zu zwei Sternen angeordnet (Abb. 7, J), bei Zygogonium oder Zentralstrang-Jochalge (Abb. 7, C) sind sie unregelmäßig und fließen zu einem zentralen Strang zusammen.

Die Faden-Jochalgen bewohnen größtenteils Süßwasser, doch kommen einige Arten auch in schwach brackigem Wasser vor. Manche Arten haften an Steinen oder anderen Algen, zuweilen mittels besonders entwickelter Haftorgane, die meisten aber bilden schwimmende, durch die am Tage ausgeschiedenen Sauerstoffblasen an der Oberfläche des Wassers gehaltene Flocken. Die Gattungen Spirogyra und Zygnema gehören zu den gemeinsten Süßwasseralgen, Mougeotia bevorzugt kalkreiche Gewässer. Selbst in den arktischen Gebieten und nahe der Schneegrenze in den Hochgebirgen sind diese Algen noch zahlreich.

Die Familie der **Desmidiaceae** oder **Schnür=Jochalgen** ist sehr formenreich und besteht aus etwa 30 Gattungen mit über 2000 Arten. Von ihren Haupttypen gibt Abb. 7, K—V, eine Vorstellung. Es sind größtenteils einzeln schwimmende oder auf einer Unterlage haftende Algen, doch sind manche Arten auch zu Ketten oder Fäden verbunden (Abb. 7, N 2); einzelne (Abb. 7, O) bilden von Schleim umhüllte Zellverbände (Kolonien). Charakteristisch für die meisten Arten ist die Einschnürung in zwei symmetrische Hälften (Abb. 7, V 9); oft zeigt nur der Inhalt der Zellen eine symmetrische Anordnung (Abb. 7, K—M); aber auch strahlige Formen kommen vor (Abb. 7, N 1). Die Zellwand ist aus zwei getrennten Hälften zusammengesetzt, die zuweilen durch einen Gürtel verbunden sind (Abb. 7, Q, T); sie besteht aus einer inneren Zellulosemembran und einer äußeren, in verschiedener Weise inkrustierten Schale; häufig ist die letztere so eisenreich, daß man bei Verbrennung ein Eisenskelett erhält. Auch Kalkinkrustationen sind nicht selten.

Besonders merkwürdig ist Oocardium stratum (Abb. 7, P), das ganze Kalkkrusten bildet; sie bestehen aus gabelig verzweigten Röhren, in deren Ende die Algenzelle sitzt. Die Membranen der Schnür-Jochalgen sind nicht selten von zahlreichen Poren durchsetzt (Abb. 7, T), die sich sogar zuweilen in der Membran verzweigen (Abb. 7, S); aus ihnen tritt die Schleimgallerte aus, die oft oberhalb der Porenöffnung in Form von Gallertprismen erhalten bleibt (Abb. 7, U). Häufig sind die Poren an den Enden der Schale besonders groß: dann läßt sich daselbst durch mit Wasser aufgeschlemmte Tusche die Gallerte deutlich nachweisen (Abb. 7, Q).

Mit diesen Schleimausscheidungen hängen auch die Bewegungen der Desmidiazeen zusammen: es sind keine Schwimm-, sondern Gleitbewegungen auf einer Unterlage, wobei die Zellen gleichzeitig pendelnde oder kreisende Bewegungen machen. Auch genügt der Zusammenhang der Gallertmasse häufig, um die Zelle in fester Lage zu halten oder über Hindernisse hinwegzuheben; veranlaßt werden die Bewegungen aber wohl durch Reize. Wie bei den anderen Familien der Klasse, so sind auch bei dieser die Chromatophoren von recht verschiedener Form, meist sternförmig oder bandartig. Bei der Zellteilung rücken die Schalen auseinander, während der Zelleib in dem Zwischenraum die fehlenden Teilstücke ersetzt.

Bei der Kopulation rücken die Schalen nur wenig auseinander, während der Zelleib in diesem Falle nicht in die Länge wächst, sondern sich seitlich vorstülpt (Abb. 7, V 1). Die Kopulationskanäle verschleimen schnell, und die kopulierenden Zellinhalte ziehen sich stark zusammen (Abb. 7, R). Die von den leeren Schalen befreite Zygote rundet sich ab (Abb. 7, V 2, 3) und erhält häufig durch Ausstülpung sowie Bedeckung der Höcker von außen eine Art Skulptur (Abb. 7, V 4). Die aus der Zygote entstehende Keimzelle (Abb. 7, V 5) teilt sich gewöhnlich in zwei Individuen (Abb. 7, V 6—9).

Die Desmidiazeen bevorzugen die Torfsümpfe und können kein Meerwasser, wohl aber in einzelnen Fällen schwach brackiges Wasser, vertragen; hingegen findet man sie zuweilen in reinem Quellwasser, an nassen Felswänden und zwischen Moos. Die meisten Gattungen haben eine sehr weite Verbreitung, von Cosmarium, der Schmuckstern-Jochalge (Abb. 7, V), sind 774, von Staurastrum, der Strahlenstern-Jochalge (Abb. 7, N), 526, von Euastrum, der Schönstern-Jochalge (Abb. 7, M), 208 und von Closterium, der Spindel-Jochalge (Abb. 7, Q), 136 Arten bekannt.

Klasse 4:

Chlorophyceae oder Grünalgen.

Hierzu gehören alle einen rein grünen Farbstoff enthaltenden Algen mit Schwärmzellen, deren Geißeln von gleicher Größe sind. Die einen oder mehrere Kerne besitzenden Zellen leben entweder einzeln, oder sie sind in mannigfacher Weise zu Zellfäden oder Zellverbänden (Kolonien) anderer Art angeordnet; zuweilen kommen schon ganze Zellflächen oder sogar Gewebskörper zustande. Nicht selten sind die Zellen in Gallert eingebettet, an dem man häufig noch die Schichtung der sukzessiven Zellteilungen erkennen kann. Man bezeichnet diese Zustände als Palmella-Stadium, da man diese Formen ehemals einer besonderen Gattung dieses Namens einzuordnen pflegte. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht entweder durch Schwärmzellen (Planosporen oder Zoosporen) oder durch Zellen ohne Eigenbewegung (Aplanosporen), zuweilen auch durch dickwandige Ruhezellen (Akineten). Außerdem ist geschlechtliche Vermehrung durch Paarung zweier Geschlechtszellen (Gameten) häufig, und zwar entweder durch gleichartige Schwärmzellen (Planogameten, Gametosporen) oder durch männliche Schwärmzellen (Spermatozoïden) und weibliche unbewegliche Zellen (Oosporen oder Oosphären). Die infolge der Vereinigung entstehenden Zygoten bilden meist erst wieder Schwärmer, die, zur Ruhe gekommen, zu neuen Pflanzen auswachsen.

Die Grünalgen sind größtenteils Süßwassergewächse, manche sitzen auf den Blättern oder im Blattgewebe höherer Pflanzen, andere wachsen auf feuchter Erde oder Steinen, einzelne auf Baumrinde, teilweise in Lebensgemeinschaft (Symbiose) mit Flechtenpilzen. Nur wenige Familien, wie die Ulvaceae und Chaetophoraceae, haben zahlreiche Vertreter im Meerwasser. Während die Fäden oder Flächen bildenden Grünalgen meist an einer Unterlage festsitzen, schwimmen die einzelligen und Kolonien bildenden Grünalgen zum größten Teil frei im Wasser und sind häufig wichtige Bestandteile der Schwebeflora (des Planktons) der süßen und brackigen Gewässer. Die wirtschaftliche Bedeutung der Familie beruht fast lediglich auf der Wichtigkeit des Planktons als Nahrung kleinerer Wassertiere und damit auch der Fische. Dagegen ist diese Algenklasse insofern von großer wissenschaftlicher Bedeutung, als sie den unmittelbaren Übergang zwischen den höheren Pflanzen und der gemeinsamen

Wurzel von Tier- und Pflanzenreich darstellt, indem die niedrigsten Formen sich kaum von den Mastigophyzeen, den pflanzlichen Geißelorganismen, unterscheiden, während die höchsten Formen, wie Coleochaete, deren Eizelle im Gewebe der Mutterpflanze eingeschlossen ist, eine Art Urembryo entwickeln und so einen Übergang zu den Embryophyten herstellen.

Man kann die Klasse der Grünalgen in fünf Reihen teilen, von denen die ersten beiden mit wenigen Ausnahmen keine Zellfäden oder Zellgewebe, also keinen eigentlichen Thallus besitzen, häufig dagegen kugelige oder anders geformte Zellverbände bilden, während in den übrigen drei Reihen die Zellen meist einen aus Fäden oder Flächen bestehenden Thallus bilden. Die Grünalgen ohne Thallus, deren Zellen sich häufig durch Augenflecke auszeichnen, zerfallen in die Volvocales, deren vegetative Zellen den größten Teil des Lebens eine eigene Bewegung besitzen, und in die Protococcales, deren vegetative Zellen unbeweglich sind. Die einen Thallus besitzenden Grünalgen zerfallen in die Ulothrichales mit einkernigen Zellen und gewöhnlich in Einzahl vorhandenem Chromatophor sowie in die Siphonocladiales und die Siphonales mit vielkernigen Zellen und meist zahlreichen plattenförmigen Chromatophoren; bei den Siphonales fehlen die Querwände, so daß die ganzen, häufig reichverzweigten Algen scheinbar aus nur einer einzigen Zelle bestehen.

Reihe 1:

Volvocales oder Schwärm-Grünalgen.

Die sechs Familien dieser Reihe besitzen aktiv bewegliche vegetative Zellen.

Die Familie der **Polyblepharidaceae** oder **Vielwimper-Grünalgen** schließt sich eng an die Geißelalgen an. Die wenigen Arten der zwei bis drei Gattungen sind membranlos, verändern daher auch ihre Körperform, jedoch ist Kopulation (Abb. 8, A 2) bei diesen lediglich in Form von Schwärmzellen bekannten Gewächsen beobachtet worden.

Die Familie der **Chlorodendraceae** oder **Baum-Grünalgen** hat neben dem Schwärmerstadium (Abb. 8, B 2) auch ein festsitzendes, in der Art wie bei der Bechermoosalge Dinobryon (Abb. 6, E) verzweigtes Stadium (Abb. 8, B 1). Interessant ist, daß sich hier der Augenfleck sogar bei den ruhenden Zellen findet. Die Chromatophoren sind meist becherförmig und in Einzahl vorhanden.

Die Familie der **Chlamydomonades** oder **Hüll-Grünalgen** zeichnet sich schon durch feste Zellmembranen aus; die meist nur einen Teil ihres Lebens hindurch beweglichen Zellen bilden keine Kolonien von bestimmter Gestalt, sie haben meist einen Augenfleck, und die Schwärmzellen besitzen gleichlange Zilien in verschiedener Zahl. Neben den Schwärmzellen (Abb. 8, C 1) finden sich auch Gameten (Abb. 8, C 4), die sich zu Zygoten verbinden (Abb. 8, C 5 und 6) und sich häufig mit einer festen Membran umgeben und zu Ruhezellen (Hypnozygoten; Abb. 8, C 7) werden, die durch eingelagertes rotes Öl (Hämatochrom) kenntlich sind.

Außer der abgebildeten Gattung Chlamydomonas oder Hüll-Grünalge ist besonders die Gattung Sphaerella (Haematococcus) oder Blutalge bekannt, von der S. pluvialis oder die Regen-Blutalge häufig kleine Wasserpfützen rot färbt und S. nivalis oder die Schnee-Blutalge den sogenannten roten Schnee verursacht (vgl. S. 33).

Die Familie der **Phacotaceae** oder **Kapsel-Grünalgen** hat Zellen, die von einer derben Zellwand umgeben sind. Bei den Teilungsvorgängen springt sie in Klappen auf, wie z. B. bei Phacotus lenticularis (Abb. 8, D). Bei dieser Familie ist auch schon eine Differenzierung zwischen kleinen männlichen und großen weiblichen Gameten beobachtet worden.

Die Familie der **Volvocaceae** oder **Freischwärm-Grünalgen** ist interessant durch die Art ihres Zellverbandes, von der auf Abb. 8, E—K, die wichtigsten Formen wiedergegeben

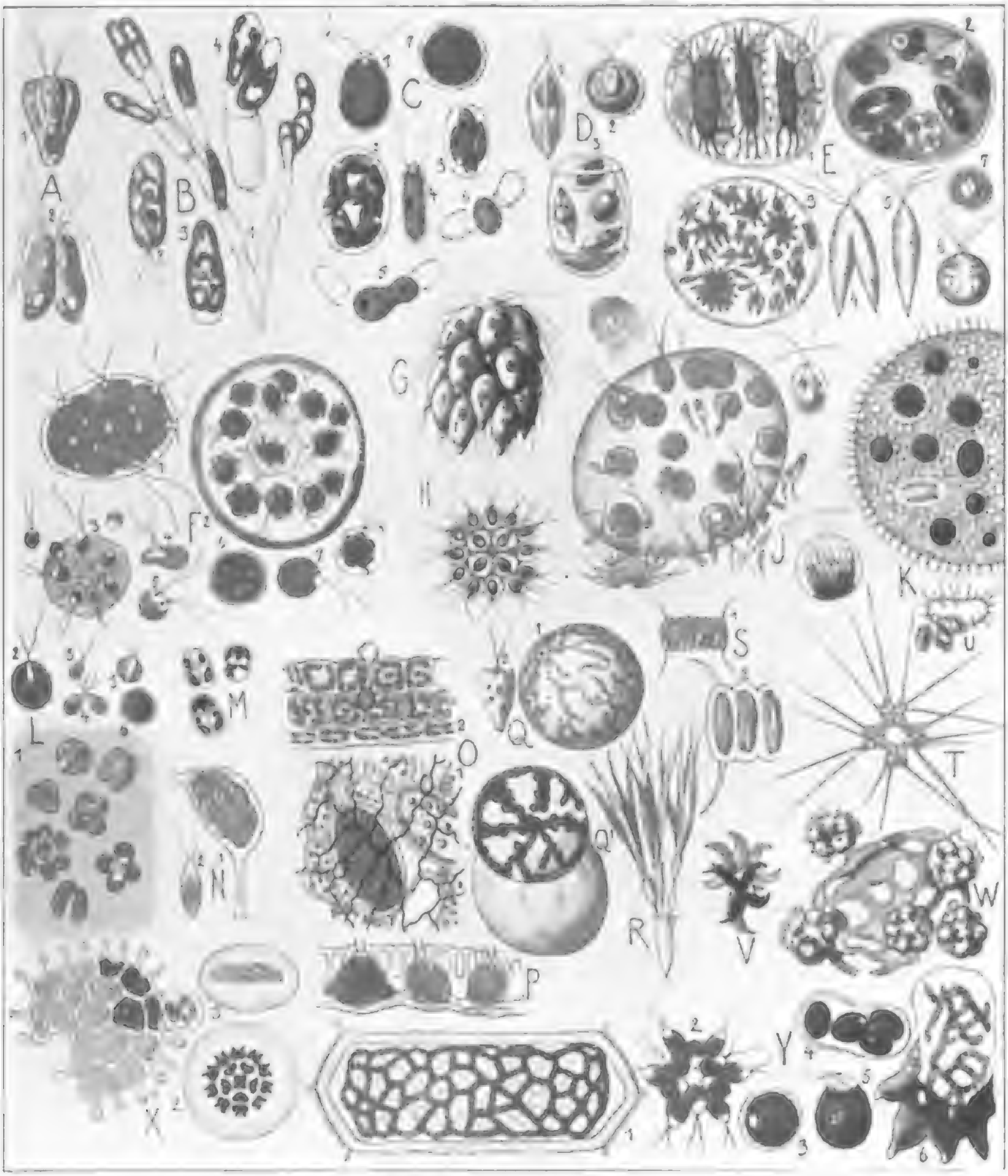


Abb. 8: Grünalgen (Chlorophyceae).

A Pyramimonas tetrarhynchus: 1 Vegetative Zelle; 2 Teilung.
B Chlorodendron subsalsum: 1 Vegetativer Zellverband; 2 Schwärmzelle; 3, 4 Keimung.
C Chlamydomonas media: 1 Schwärmzelle; 2, 3 Acht- bzw. Vierteilung; 4 Gamete; 5, 6 Kopulation; 7 Hypnozygote.
D Phacotus lenticularis: 1 Vorderansicht; 2 Seitenansicht; 3 Schwärmzellenbildung.
E Stephanosphaera pluvialis: 1 Kolonie; 2 Tochterkolonien; 3 Gameten; 4 Kopulation der Gameten; 5, 6 Zygote; 7 Hypnozygote.
F Pandorina morum: 1 Kolonie; 2 Tochterkolonien; 3 Ausschlüpfen der Gameten; 4 Kopulation; 5 Zygote; 6 Hypnozygote; 7 aus der Zygote entschlüpfte Schwärmzelle; 8 junge Kolonie.
G Spondylomorum quaternarium.
H Gonium pectorale.
J Eudorina elegans: Kolonie mit Eizellen, umschwärmt und befruchtet von Spermatozoiden, außen Spermatozoidenbündel in verschiedener Entwickelung, rechts oben eine schwärmende Mutterzelle.
K Volvox globator mit Spermatozoidbündel, Eizellen und Zygoten.
L Tetraspora lubrica: 1 Thallusstück mit Gametenbildung; 2 Schwärmzelle; 3 Gamet; 4 Kopulation; 5 Zygote; 6 Hypnozygote.
M Pleurococcus vulgaris: Zellen in Teilung.
N Characium Sieboldi: 1 Zelle in Teilung; 2 Schwärmzelle.
O1 Chlorochytrium lemnae im Zellgewebe von Lemna trisulca.
O2 Endosphaera biennis: Eindringen der keimenden Zygote in ein Potamogetonblatt.
P Blastophysa rhizopus im Gewebe einer Enteromorpha-Alge.
Q Halosphaera viridis: 1 Junge Kugel; 2 Schwärmzelle.
Q[1] Eremosphaera viridis.
R Raphidium fasciculatum.
S Scenedesmus quadricauda: 1 Kolonie; 2 Zellen in Teilung.
T Richteriella botryoides.
U Chodatella echidna: Ausschlüpfen der Tochterzellen.
V Selenastrum Bibraianum.
W Coelastrum reticulatum: Ausschlüpfen junger Kolonien.
X Pediastrum Boryanum: 1 Ausschlüpfen einer Tochterkolonie; 2, 3 Tochterkolonien von oben und von der Seite.
Y Hydrodictyon reticulatum: 1 Junges Netz in einer Zelle des alten Netzes; 2 Schwärmzellen vor der Bildung eines Netzes; 3 Hypnozygote; 4 Schwärmzellen in der keimenden Zygote; 5 Schwärmzelle frei; 6 Dauerzelle (Polyeder), keimend und ein junges Netz bildend.

sind. Es sind größtenteils aus je einer Art bestehende Gattungen, deren bis auf Spondylomorum oder Maulbeer-Grünalge (Abb. 8, G) von Gallert umhüllte Kolonien in ruhigen süßen Gewässern schwimmen.

Bei Gonium, der Mosaiktafel-Grünalge (Abb. 8, H), und Stephanosphaera, der Kranzkugel-Grünalge (Abb. 8, E), liegen die Zellen in einer Ebene, bei Pandorina, der Hüllkugel-Grünalge (Abb. 8, F), und bei Eudorina, der Geißelkugel-Grünalge (Abb. 8, J), sind sie zu Geißeln tragenden Kugeln, bei Volvox, der Wimperkugel-Grünalge (Abb. 8, K), zu gewimperten Hohlkugeln angeordnet. Während Stephanosphaera gleichartige spindelförmige Gameten aufweist, die sich erst nach der Kopulation abrunden (Abb. 8, E 4—7), sind bei Pandorina die Geschlechtszellen schon etwas ungleich (Abb. 8, F 4). Bei Eudorina und Volvox ist die geschlechtliche Differenzierung bereits weit fortgeschritten; bei diesen Gattungen gibt es neben den großen weiblichen noch meist kleinere männliche Kolonien, deren Zellen (Antheridien) in Spermatozoïdenbündel zerfallen (Abb. 8, J, rechts); auch zweigeschlechtige, hermaphroditische Kolonien (Abb. 8, K) kommen vor. Die schmalen, länglichen Spermatozoïden dringen in die Gallerthülle der weiblichen Kolonie ein und befruchten dort die viel größeren kugeligen, zilienlosen Eizellen (Abb. 8, J), aus denen dann glattschalige oder stachelige Zygoten entstehen. Die Zilien tragenden Zellen zeichnen sich hier durch einen Augenfleck und zusammenziehbare Vakuolen aus, ähneln also noch sehr den Geißelalgen. Manche Zellen der Kolonien sind übrigens auch imstande, sich ohne Befruchtung zu teilen.

Die Familie der **Tetrasporaceae** oder **Vierspor-Grünalgen** bildet in Süßwasser schwimmende oder festsitzende, von Gallert eingeschlossene Kolonien von verschiedener Form. Die vegetativen Zellen sind nicht aktiv beweglich, vermögen sich aber durch Zellteilungen zu vermehren (Abb. 8, L) und so die Kolonien zu vergrößern. Diese Vermehrung der Kolonien findet statt durch größere Schwärmzellen (Zoosporen; Abb. 8, L 2) oder durch kleinere gleichgestaltete Geschlechtszellen, die nach der Kopulation zu runden, zilienlosen Zygoten werden (Abb. 8, L 3—6). Bei einigen Gattungen wird die Gallerthülle von starren, gallertumhüllten Plasmafäden durchzogen, sogenannten Pseudozilien.

Häufig ist Tetraspora lubrica, die schlüpfrige Viersporen-Grünalge (Abb. 8, L), die am Grunde der Gewässer hohle Gallertschläuche bildet; diese lösen sich später und erscheinen als unregelmäßige Klumpen auf der Oberfläche des Wassers. Die Gattung Botryococcus, die Traubenkorn-Grünalge, ist in ihrer einen Art, B. Braunii, einer der gewöhnlichsten Bestandteile der Wasserblüte des Süßwassers, während B. terrestris auf feuchter Erde in Form traubiger Massen vorkommt.

Reihe 2:
Protococcales oder Urkorn-Grünalgen.

Diese Reihe, bei der die vegetativen Zellen nicht aktiv beweglich sind und daher keine Wimpern tragen, ist in systematischer Beziehung eine der schwierigsten, und kaum zwei Bearbeiter gliedern sie in der gleichen Weise. Viele Formen sind als Jugendzustände höherer Algen erkannt worden, und bei anderen vermutet man es. Die meisten Gattungen dürften aber doch jetzt zu gut erforscht sein, als daß man annehmen könnte, sie seien keine selbständigen Formenkreise.

Die Familie der **Protococcaceae** oder **Urkorn-Grünalgen** umfaßt einzellige Algen, die nur gelegentlich durch Aneinanderlagerung Kolonien bilden. Es sind zum Teil Algen, die organische Materie mehr oder weniger zu verarbeiten vermögen und demgemäß schmutzige Gewässer bevorzugen, während eine große Zahl von Gattungen in höheren Pflanzen lebt, wo sie vielleicht nicht nur als Raumparasiten anzusehen sind, sondern teilweise wohl auch Nahrungsstoffe von den Wirtspflanzen beziehen. Auch die grünen Zellen mancher Tiere, wie der Polypen Hydra, der Infusionstierchen Stentor, der Schwämme Spongilla, d. h. die Gattung Zoochlorella, die tierbewohnende Grünalge, rechnet man hierher, im Gegensatz zu der gleichfalls mit Tieren in Symbiose lebenden, unter den Geißelalgen erwähnten tierbewohnenden Gelbalge Zooxanthella. Die Chromatophoren sind in dieser

Familie meist becherförmig, die Vermehrung geschieht durch Bildung von Schwärmzellen, Zoosporen (Abb. 8, N), aber zuweilen zerfallen die Zellen auch in zahlreiche unbewegliche Sporen (Gonidien). Eine Vermehrung der Zellen durch einfache wiederholte Zweiteilung geht dieser Unterklasse ab. Auch geschlechtliche Vermehrung kommt häufig vor, besonders bei den Raumparasiten, und zwar sind die kopulierenden Gameten entweder gleichgroß, so bei dem im Lemna lebenden Chlorochytrium lemnae, der Wasserlinsen-Grünalge (Abb. 8, O 1), sowie bei den in Wasser- und Uferpflanzen lebenden Arten der Gattung Endosphaera oder Schlupfkugel-Grünalge (Abb. 8, O 2), oder es sind, so bei den in Wiesenkräutern lebenden Arten der Gattung Phyllobium oder Kraut-Grünalge, größere weibliche und kleinere männliche Gameten zu unterscheiden.

Äußerlich an Algen und anderen Gegenständen haften unter anderen die Gattungen Characium oder Spitzpfahl-Grünalge (Abb. 8, N) sowie Codiolum oder Keulen-Grünalge. Die nierenförmigen Zellen der auf Blättern sitzenden Dicranochaete oder Spaltborsten-Grünalge zeichnen sich durch verzweigte Gallertborsten aus. Sehr häufig auf feuchter Erde und an Stämmen sind die kugeligen grünen Zellen von Chlorococcum humicola, der Grünkornalge, die auch mit Flechtenpilzen in Symbiose lebt, während der ähnliche, an den gleichen Orten wachsende und oft grüne Überzüge veranlassende Pleurococcus vulgaris, die Freizell-Grünalge (Abb. 8, M), jetzt zu den Borsten-Grünalgen gestellt wird.

Die Familie der **Protosiphonaceae** oder **Urblasen-Grünalgen** zeichnet sich durch vielkernige blasenartige Zellen aus.

Protosiphon oder die Urblasen-Grünalge wurde früher häufig mit Botrydium, der Blasen-Geißelalge oder Beerenblase, vermengt; es ist eine kleinere, kugelige Köpfchen am Ufer von Teichen bildende grüne Alge mit farblosem Wurzelfortsatz, netzförmig durchbrochenem Chromatophor und gleichgestalteten Gameten. Blastophysa rhizopus, die Haarblasen-Grünalge (Abb. 8, P), ist ein in Meeralgen, unter anderem in der Ostsee, lebendes Gewächs, dessen kugelige grüne Zellen nach außen Haarbüschel aussenden und miteinander durch farblose Zellen verbunden sind.

Die Familie der **Halosphaeraceae** oder **Seekugel-Grünalgen** besteht aus wenigen Gattungen, deren einzeln im Wasser schwimmende, dünnwandige, zahlreiche Chromatophoren umfassende Zellen kugelig und besonders groß sind; eigenartig ist die Abstreifung der Haut (Abb. 8, Q1). Die Sporen sind aktiv bewegliche Zoosporen (Abb. 8, Q 2) oder passiv bewegte Aplanosporen.

Halosphaera viridis oder die grüne Meerkugel (Abb. 8, Q) bevölkert mit ihren bis $^1/_2$ mm großen Kugeln besonders die Küstengewässer der wärmeren Zone, Eremosphaera viridis oder die grüne Teichkugel die süßen Gewässer Europas und Nordamerikas.

Die Familie der **Scenedesmaceae** oder **Schwebe-Grünalgen** schließt sich eng an die Protococcaceae an, hat aber nur unbewegliche, frei in der Mutterzelle entstehende Fortpflanzungszellen; das große Chromatophor ist meist krug- oder glockenförmig. Diese Algengruppe ist sehr formenreich, ihre einfachsten Typen, Chlorella und Arten der Gattung Pleurococcus, bestehen aus rundlichen, an die Grünkornalge Chlorococcum erinnernden Zellen, während andere durch die nieren-, spindel-, halbmondförmige oder gelappte Gestalt auffallen.

Es sind dies meist im süßen Wasser frei schwimmende Arten, deren gestreckte Formen und kolonienartige, gewöhnlich durch Gallert hergestellte Verbindungen, z. B. bei Raphidium, der Nadelbecher-Grünalge (Abb. 8, R), als Schwebevorrichtungen zu deuten sind. Manche dieser Gattungen haben daneben auch Gallertstacheln, so Chodatella, die Stachelbüchse (Abb. 8, U), und Richteriella, der Stachelstern (Abb. 8, T), oder hornartige Fortsätze an den Endindividuen der Kolonien, so z. B. Scenedesmus, die Horngürtel-Grünalge (Abb. 8, S), oder sie bilden wie Coelastrum, der Hohlstern (Abb. 8, W), Hohlkugeln, indem die Zellen mit ihren Armen oder vermittelst Gallertfortsätzen aneinanderhaften.

Die Familie der **Hydrodictyaceae** oder **Wassernetzgewächse** besteht nur aus wenigen, im süßen Wasser frei schwimmenden Gattungen, deren Zellen zu Kolonien (Zönobien) vereinigt sind; bei Pediastrum, dem Zellenstern (Abb. 8, X), sind diese Zönobien

scheibenförmig, bei Hydrodictyon, dem Wassernetz (Abb. 8, Y), netzförmig. Die jungen Kolonien entstehen in einzelnen Zellen der alten (Abb. 8, X 1, Y 1), indem die Zellmasse in Schwärmzellen zerfällt (Abb. 8, Y 2), die bei Hydrodictyon in der Mutterzelle verbleiben und sich daselbst netzförmig anordnen, um erst später durch Aufquellung der Mutterzelle befreit zu werden, während sie bei Pediastrum gemeinsam aus der Kolonie heraustreten und sich außerhalb derselben, von einer Blase umgeben, zu einer Scheibe anordnen (Abb. 8, X 2, 3). Auch Gameten sind bei beiden Gattungen beobachtet worden, die nach der Kopulation zu unbeweglichen Zygosporen (Abb. 8, Y 3) werden; diese teilen sich bei Hydrodictyon in 4—5 Zoosporen (Abb. 8, Y 4, 5), die sich frei machen, bald zur Ruhe kommen und in eckige, warzige Körper auswachsen (sogenannte Polyeder), in denen sich dann wieder die Zellnetze bilden (Abb. 8, Y 6). Die Zellen haben im übrigen lappige Chromatophoren und zahlreiche Kerne.

Pediastrum, der Zellenstern, hat etwa 25 über alle Weltteile zerstreute Arten, Hydrodictyon, das Wassernetz, ist nur in einer einzigen Art, H. reticulatum, in Europa und Nordamerika verbreitet, Coelastrum, der Hohlstern, und Sorastrum, der Haufenstern, bewohnen mit je 5 Arten als kugelige Kolonien die süßen Gewässer der verschiedensten Erdteile.

Reihe 3:
Ulothrichales oder Zellfaden-Grünalgen.

Diese Reihe umfaßt neun Familien, deren je einen Kern und meist je ein Chromatophor enthaltende Zellen zu einfachen oder verzweigten Fäden vereinigt sind oder, in selteneren Fällen, ein- bis zweischichtige Flächen bilden.

Die Familie der **Ulothrichaceae** oder **Zellfaden-Grünalgen** besteht aus wenigen, vor allem Süßwasser bewohnenden Gattungen unverzweigter Algen mit plattenförmigen Chromatophoren und Gameten von gleichartigem Bau.

Vor allem bekannt ist die artenreiche Gattung Ulothrix oder Kraushaaralge (Abb. 9, A), die sich durch die mannigfache Art der Zellvermehrung auszeichnet. Bei der geschlechtlichen Vermehrung treten die ganzen, zahlreiche zweiwimperige Gameten enthaltenden Zellen aus dem Zellfaden heraus (Abb. 9, A 1); die infolge der Paarung sich bildenden Zygosporen (Abb. 9, A 2, 3) haben vier Zilien und zwei Augenflecke und werden nach Abwerfung der Zilien zu einer runden Zygote (Abb. 9, A 4). Außerdem gibt es zweierlei ungeschlechtliche Zoosporen, größere Makrozoosporen, die in geringer Zahl in den einzelnen Zellen entstehen (Abb. 9, A 8, 9), und kleinere, schlankere, in größerer Zahl gebildete Mikrozoosporen (Abb. 9, A 11); beide besitzen vier Zilien, aber nur einen Augenfleck, und keimen zu Zellfäden aus (Abb. 9, A 10, 12, 13), zuweilen sogar schon in der Zelle des Algenfadens (Abb. 9, A 5). Auch die Gameten verbleiben manchmal in den Zellen des Fadens und gelangen dort als sogenannte Hypnosporen zur Ruhe (Abb. 9, A 5). Häufig rundet sich auch der ganze Inhalt der Zellen zu Ruhezellen ab (Abb. 9, A 14), oder es bilden sich unter Aufspeicherung von Reservestoffen und Verdickung der Membran Dauerzellen, sogenannte Akineten (Abb. 9, A 6), zuweilen auch unter Verschleimung der Membran einzelne Zoosporen, welche oft die Zelle nicht zu verlassen vermögen (Abb. 9, A 15). In anderen Fällen wieder teilt sich der Inhalt in Sarcina (vgl. S. 14) ähnliche Zellpakete (Abb. 9, A 16), oder es entstehen rundliche Teilprodukte in den verschleimenden Zellhäuten (Abb. 9, A 7), die schließlich ganz frei werden und, in Schleim eingebettet, ein palmellaartiges Stadium (Abb. 9, A 17) repräsentieren.

Die sehr ähnliche Gattung Hormidium oder Schnur-Grünalge (Abb. 9, B) besitzt keine Haftzellen; diese Alge schwimmt frei im Wasser. Früher wurde auch die Gattung Conferva hierhergestellt und sogar die ganze Reihe als Confervales bezeichnet, jetzt wird Conferva aber zu den Geißelalgen gerechnet.

Die Familie der **Ulvaceae** oder **Meerlattich-Grünalgen** besteht aus flächenartig ausgebreiteten, sack- oder röhrenförmigen Zellgeweben, die sich in Masse in brackigem oder Salzwasser, an Holz und Steinen festgewachsen, finden, oft aber auch, durch Luftblasen gehoben, an die Oberfläche des Wassers steigen. Die Vermehrung geschieht durch vierwimperige Zoosporen und zweiwimperige Gameten (Abb. 9, E 6).



Abb. 9: Grünalgen (Chlorophyceae) II.

A Ulothrix zonata: 1 Algenfaden mit Gametenbildung; 2 Kopulation; 3 Zygote; 4 Hypnozygote; 5 Faden mit Parthenosporen und gekeimten Zoosporen; 6 Akineten; 7 Palmellastadium (von U. mucosa); 8 Zoosporenbildung; 9 Makrozoospore; 10 Keimung derselben; 11 Mikrozoospore; 12, 13 Keimung derselben; 14 Hypnosporen; 15 Bildung von einzelnen Zoosporen; 16, 17 Palmellastadium von U. mucosa.

B Hormidium nitens: 1 Zellfaden; 2 Zoospore; 3 dieselbe keimend.

C Enteromorpha intestinalis: Habitus.

D Ulva lactaea: Querschnitt des blattartigen Thallus.

E Monostroma fusca: 1, 2 junge Pflanzen; 3, 4 Thallusstück von oben und im Querschnitt; 5, 6 Schwärmsporenbildung.

F Schizogonium murale: Zellfaden mit Akineten.

G Cylindrocapsa involuta: 1 Faden mit Oogonium und Mutterzellen der Spermatozoiden; 2 Oogonium im Moment der Befruchtung; 3 Spermatozoiden in der Blase; 4 freies Spermatozoid.

H Oedogonium: 1 Faden mit Oogonien u. Zwergmännchen von O. ciliatum; 2, 3 Befruchtung des Oogoniums u. Spermatozoid von O. Boscii; 4 Zellteilung von O. Borisianum; 5 Zoosporenbildung von O. gemelliparum; 6, 7 Schwärmsporenbildung; 8, 9 Schwärmsporenbildung aus der Oospore; 10 junge Keimpflanze von O. concatenatum.

J Bulbochaete: 1 Faden mit Oogonium u. Zwergmännchen; 2 Schwärmsporenbildung aus der Oospore; 3, 4 Keimung der Schwärmsporen.

K Draparnaldia glomerata: 1 Habitus; 2 Ast, stark vergr.; 3 Aplanosporenbildung.

L Stigeoclonium: 1 Habitus von S. tenue; 2 Ast von S protensum mit Zoosporen; 3 Zoospore; 4—6 Palmellastadium.

M Pleurococcus simplex: in Teilung.

N Gloeocystis Naegeliana.

O Entoderma Wittrockii.

P Pringsheimia scutata.

Q Cephaleuros: 1 Gametangien von C. laevis; 2 Sporangien von C. mycoides.

R Coleochaete divergens: 1 Zweig mit Oogonium; 2 Zoospore.

S Trentepohlia umbrina: 1 Teil eines Fadens; 2 Gametangien; 4 Kopulation der Gameten; 3, 5, 6 Sporangien; 7 Sporen mit Gametangien von T. aurea.

T Chaetomorpha aerea, Basalteil.

U Sphaeroplea annulina: 1 Bildung von Spermatozoiden; 2 Oogonien im Moment der Befruchtung; 3 Spermatozoid; 4 Zygote; 5 Keimung derselben; 6 Zoospore; 7 Keimling.

V Cladophora mit Zoosporangien.

Monostroma oder Einschicht-Meerlattich (Abb. 9, E) besteht, wenigstens teilweise, aus einer einfachen Zellschicht, Ulva, der an unseren Küsten sehr häufige Meerlattich (Ulva lactuca; Abb. 9, D) aus zwei Zellschichten, mit hyphenartig verlängerten Zellen innerhalb des Gewebes. Letterstedtia oder Fieder-Meerlattich in Südafrika und Australien ist ähnlich gebaut, gleicht aber einem gefiederten, bis 1 m langen Blatte, während Enteromorpha, die Darmalge oder der Darm-Meerlattich (Abb. 9, C), einen röhren- und häufig darmförmigen Thallus besitzt. Alle diese Algen dienen dort, wo sie häufig sind, als Nahrungsmittel, Ulva lactuca z. B. in England, Monostroma latissimum am Adriatischen Meer, Enteromorpha-Arten besonders in der Südsee und Australien.

Die Familie der **Prasiolaceae** oder **Lauch-Grünalgen** hat keine aktiv beweglichen Fortpflanzungszellen, was wohl mit ihrer Lebensweise zusammenhängt, denn es sind meist Bewohner feuchter Rinden, Dachtraufen usw. Sie vermehren sich durch passiv bewegliche Geschlechtszellen, Aplanogameten oder durch abgerissene Gewebsteile. Diese Algen zeichnen sich durch ein sternförmiges Chromatophor aus.

Schizogonium, die Spaltfaden-Grünalge (Abb. 9, F), deren Hauptart S. murale bei uns an Baumstämmen und schattigen Orten als dunkelgrüner Überzug häufig ist, bildet Fäden, Prasiola, die Lauch-Grünalge, deren Hauptart P. crispa bei uns auf feuchter Erde als faltige grüne Überzüge auftritt, flächenförmige Körper. Die meisten Arten sind durch kleine Wurzelhärchen (Rhizoiden) mit dem Substrat verbunden.

Die Familie der **Cylindrocapsaceae** oder **Schwellkapsel-Grünalgen** zeichnet sich durch die große Verschiedenheit der zwei Geschlechter aus. Die Spermatozoïden entstehen zu mehreren in den einzelnen Zellen des Algenfadens (Abb. 9, G 1, 3); sie sind zweiwimperig, spindelförmig und haben eine pulsierende Vakuole sowie einen Augenfleck (Abb. 9, G 4). Die Eizellen entwickeln sich einzeln in der Mutterzelle (Abb. 9, G 1) und runden sich zur Oospore ab; die Mutterzelle quillt auf, bildet also schon eine Art Oogonium, und ermöglicht, indem sie aufplatzt, den Spermatozoïden den Zutritt (Abb. 9, G 2). Die einzige Gattung, Cylindrocapsa oder Schwellkapsel-Grünalge (Abb. 9, G), lebt in Europa und Nordamerika im Süßwasser, umfaßt aber nur wenige Arten ohne größere Bedeutung.

Die Familie der **Oedogoniaceae** oder **Kappenring-Grünalgen** ist vor allem durch das eigenartige Verhalten der Membran bei der Zellteilung bemerkenswert (Abb. 9, H 4): es bildet sich ein Ringwulst aus Zellulose nahe bei dem oberen Ende der Zelle; hier platzt dann die Membran in einem kreisförmigen Riß, der Ringwulst dehnt sich aus, wird zur Zellwand der Tochterzelle und trägt daher oben eine schmale Kappe, unten eine lange Scheide, die beides Teile der alten Membran sind. Da der Prozeß sich wiederholt, findet man die Zellen oben von einem Kappensystem umgeben (Abb. 9, H 5, 6), woran man diese Gattung jederzeit leicht erkennen kann. Bei Bulbochaete bildet sich immer nur an der unteren Zelle jeder Teilung ein Ringwulst, daher erhält jede Zelle nur eine Kappe; charakteristisch für diese Gattung ist aber die Verzweigung und das Auslaufen jedes Astes in ein Haar (Abb. 9, J 1).

Während Oedocladium sich auch durch kleine Dauersprosse zu vermehren vermag, die an den farblosen, wurzelhaarähnlichen, die Erde durchziehenden Zellresten entstehen, vermehrt sich die Familie sonst auf ungeschlechtliche Weise nur durch Zoosporen. Diese bilden sich einzeln in den Zellen (Abb. 9, H 5), sprengen letztere durch einen Querriß (Abb. 9, H 6) und nehmen ovale oder kugelige Gestalt an; das farblose Mundstück ist von einem Wimperkranz umgeben (Abb. 9, H 7), wogegen ein Augenfleck fehlt. Diese Zoosporen setzen sich sofort mit dem Mundende fest, treiben Haftfortsätze (Abb. 9, H 10) und teilen sich in Zellfäden oder bringen schon als wenigzellige Fäden von neuem Zoosporen hervor.

Sehr interessant ist auch die geschlechtliche Fortpflanzung. Die weiblichen Geschlechtszellen entwickeln sich wie bei Cylindrocapsa in Einzahl in den bauchig anschwellenden

Mutterzellen (Oogonien), während die männlichen entweder zu zweien oder in der Einzahl in kurzen, tafelförmigen Zellen gebildet werden (Abb. 9, H 3), an Form, aber nicht an Größe, den Zoosporen ähnlich. Im ersteren Falle dringen sie sogleich nach Öffnung des Oogoniums durch einen Spalt oder ein Loch in dieses ein, um die Oospore zu befruchten (Abb. 9, H 2), im anderen Falle setzen sie sich außen an das Oogonium, keimen und teilen sich in zwei Zellen, die sogenannten Zwergmännchen, deren obere zwei Spermatozoïden erzeugt und nach Abwerfung ihres Membrandeckels entläßt, um die Befruchtung vorzunehmen (Abb. 9, H 1, J 1). Nach der Befruchtung füllt sich die Zygote mit Reservestoffen, verdickt die Membran und färbt sich häufig rot; bald aber beginnt sie zu keimen, indem der Zellinhalt aus der aufreißenden Membran heraustritt, sich grün färbt und sich in vier Schwärmzellen teilt (Abb. 9, H 8, 9, J 2), die wie die gewöhnlichen Zoosporen keimen (Abb. 9, J 3).

Die beiden artenreichen Gattungen Oedogonium oder Schwellglied-Grünalge und Bulbochaete oder Knollenborsten-Grünalge sind über die ganze Erde in süßem und brackigem Wasser verbreitet, während eine dritte Gattung, Oedocladium, die Zweigschwellglied-Grünalge, eine eigenartige, an Moosprotonema erinnernde Alge, eine Landpflanze ist. Die nur bei Oedogonium unverzweigten Zellfäden sitzen mit Scheiben, Lappen oder Krallen am Substrat fest; ihre Zellen umschließen einen großen Kern und ein an der Zellwand anliegendes, gitterförmig durchbrochenes Chromatophor.

Während Bulbochaete mehr in Torfsümpfen und Waldtümpeln vorkommt, finden sich die zahlreichen Arten von Oedogonium in allen Gräben und Wasserläufen. In der Jugend an Steinen, Holz usw. festsitzend, lösen sie sich später ab und werden zu watteartigen Massen, die beim Ablaufen des Wassers eintrocknen und als Wiesentuch, Wiesenleder, Meteorpapier, Oberhaut usw. beschrieben worden sind.

Die Familie der **Chaetophoraceae** oder **Borsten-Grünalgen** umfaßt Algen, deren Zellfäden verzweigt sind oder Scheiben bilden, im übrigen aber sehr verschiedenartig gebaut sind. Es sind zwar größtenteils Süßwasserbewohner, doch beherbergt auch das Meer zahlreiche Arten und Gattungen. Eigenartig sind die verschieden geformten Borstenhaare, die bei vielen Gattungen der Familie auftreten. Die Fortpflanzung geschieht teils durch gleichgestaltete Gameten (Isogameten), teils durch Zoosporen (Abb. 9, L 8) oder Aplanogameten (Abb. 9, K 3); auch Zerfall der Fäden in Palmella genannte Kolonien (Abb. 9, L 4—6) ist beobachtet worden.

Frei im Wasser leben vor allem die drei Süßwassergattungen Draparnaldia, die Pinsel-Grünalge (Abb. 9, K), Stigeoclonium, die Chlorophyllband-Grünalge (Abb. 9, L), und Chaetophora, die Borsten-Grünalge; die letztere ist in einigen Arten auch im Meere verbreitet. Alle drei sind von Schleim umhüllt, die ersten beiden sind fädig, und zwar Draparnaldia mit pinselartig-büscheligen, Stigeoclonium mit einfachen Seitenästen, letztere meist mit deutlichen Chlorophyllbändern in den Zellen; Chaetophora bildet lappige, gallertige Lager.

Hierher gehören auch die meisten dem Substrat anliegenden epiphytischen Grünalgen der Meere und des Süßwassers, z. B. die scheibenförmige Pringsheimia scutata, die Schild-Grünalge, auf Meeralgen (Abb. 9, P), die auf Steinen und Kalkalgen in Form linsenförmiger Scheiben wachsende Ulvella lens, die Linsen-Grünalge, die auf Süßwasserpflanzen Scheiben bildende Chaetopeltis orbicularis, die Borstenscheiben-Grünalge, ferner eine Anzahl von Gattungen, deren Thallus aus kriechenden, meist Borstenhaare tragenden Fäden besteht. Die Vertreter mancher Gattungen dringen gelegentlich etwas in die Tragpflanze ein. Die Gattung Entoderma, die Binnenhaut-Grünalge (Abb. 9, O), lebt sogar ganz innerhalb der Membranen anderer Algen des Brackwassers, während die recht isoliert stehende Gomontia polyrhiza, die Muschelschalen-Grünalge, unter der Epidermis der Kalkschalen von Meeresmollusken wächst, an denen sie grüne, natürlich nicht abreibbare Flecke hervorruft.

Auch einen großen Teil der Arten der im allgemeinen einzelligen Gattung Pleurococcus oder Freizell-Grünalge (Abb. 9, M) sowie der von Gallerthüllen umgebenen Gattung Gloeocystis oder Gallertblasen-Grünalge (Abb. 9, N) rechnet man neuerdings hierher, nämlich diejenigen Arten, die sich wie die höheren Algen durch einfache Zweiteilung vermehren und auch nach der Gestalt ihrer Chromatophoren usw. hierher gehören; zuweilen hat man freilich bei Pleurococcus sogar Zellfadenbildung, Gameten, Zoosporen und Aplanosporen beobachtet.

Die Familie der **Aphanochaetaceae** oder **Hellborsten-Grünalgen** zeichnet sich aus durch die verschiedene Gestalt der beiden Geschlechter der Gameten, die aber alle mit vier Zilien versehen sind; auch Zoosporen kommen vor, namentlich bei Lichtverminderung, bei welcher sogar weitentwickelte Sexualzellen sich noch in Zoosporangien verwandeln können, wie überhaupt bei den Grünalgen Licht, Wärme und Nahrung auf die Weise der Vermehrung einen großen Einfluß ausüben.

Diese Familie besteht aus der einzigen, im Süßwasser wohl über die ganze Erde verbreiteten Gattung Aphanochaete, deren verzweigte Zellfäden mit einzelligen, farblosen Borstenhaaren besetzt sind.

Bei der Familie der **Coleochaetaceae** oder **Scheidenborsten-Grünalgen** findet die Fortpflanzung sowohl ungeschlechtlich durch zweiwimperige Zoosporen, die einzeln in den Zellen entstehen, als auch auf geschlechtlichem Wege statt. Die männlichen Gameten werden in Einzahl in kleinen bestimmten und häufig zu Antheridienständen vereinigten Zellen gebildet, sie haben zwei Zilien, aber kein Chromatophor, sind also farblos und werden durch Aufreißen des Scheitels der Mutterzelle frei. Die unbewegliche und in der Mutterzelle verbleibende Eizelle entsteht in den anschwellenden Endzellen der Verzweigungen, indem vor der Befruchtung eine Stelle derselben aufquillt und verschleimt. Nach der Befruchtung wird die Mutterzelle, das Oogonium, von den heranwachsenden Nachbarzellen eingehüllt und von Zellgewebe umgeben (Abb. 9, R 1); sie stellt also eine Art Sporenfrucht dar. Wenn die Zygote im Herbst eine derbe Membran gebildet hat, sterben diese Hüllzellen wieder ab. Im Frühling keimt die Zygote, indem sie sich in 8—16 Zellen teilt, die je eine Schwärmzelle hervorbringen.

Diese Familie besteht nur aus einer einzigen, im Süßwasser über die ganze Erde verbreiteten Gattung, Coleochaete, der Scheidenborsten-Grünalge, die auf den verschiedensten Wasserpflanzen epiphytisch lebt, mit einer Art sogar in die Zellenmembran der Armleuchteralge Nitella eindringt. Der scheibenförmig ausgebreitete Thallus ist gabelförmig verzweigt und besteht aus Zellfäden, die mit langen, von Scheiden umgebenen Borstenhaaren versehen sind, häufig miteinander verwachsen und dann ein wirkliches flächenförmiges Zellgewebe darstellen.

Die Familie der **Chroolepidaceae** oder **Farbschuppen-Grünalgen** wird von hauptsächlich Blätter und Rinden bewohnenden, also nicht an Wasser gebundenen faden- oder scheibenförmigen Algen gebildet, die einen dem Xanthophyll verwandten gelben bis braunen Farbstoff, Hämatochrom, enthalten. Ihre gleichgestalteten Gameten (Abb. 9, S 4) entstehen in kugeligen Mutterzellen (Gametangien; Abb. 9, Q 1, S 2), während die auf gekrümmten Stielen sitzenden Mutterzellen der Zoosporen, die Zoosporangien, als Ganzes abgeworfen werden und erst später bei Benetzung aufspringen, um die Zoosporen zu entlassen (Abb. 9, Q 2, S 3, 5, 6), offenbar eine nützliche Anpassung an das Leben auf den im allgemeinen trockenen Standorten.

Die Farbschuppen-Grünalgen bewohnen hauptsächlich die Tropen, strahlen aber von dort auch in die gemäßigten Zonen aus. In regenreichen Tropengebieten finden sie sich überaus zahlreich auf den Blättern und verursachen dort gelbe Flecke, die sogar von Tieren auf dem Wege der Mimikry nachgeahmt werden. Der braune Farbstoff scheint ein Schutzmittel des Chlorophylls gegen intensive Beleuchtung zu sein: bei Beschattung verschwindet er einigermaßen. Einige Arten führen außerdem einen bläulichen Farbstoff in den Zellwandungen. Interessant ist der bei Algen ganz ungewöhnliche Veilchenduft mancher Arten, welcher der in deutschen Gebirgsgegenden auf Steinen häufigen rotbraunen Trentepohlia jolithus den Namen Veilchenalge, dem von ihr überzogenen Stein den Namen Veilchenstein verschafft hat. T. aurea (Abb. 9, S 7) bildet auf feuchten Steinen orangefarbene Polster, T. umbrina (Abb. 9, S 1—6) findet sich an Baumstämmen und lebt auch mit zahlreichen Flechtenpilzen in Symbiose.

Von der in den Tropen als einschichtige Platten auf Blättern häufigen Gattung Phycopeltis oder Blattschild-Grünalge dringt eine Art, P. epiphyton, auch nach Europa vor, wo sie die Blätter der Weißtanne, des Efeus und der Brombeere bewohnt; die mehrschichtige Polster auf Blättern bildende Gattung Cephaleuros oder Blattpolster-Grünalge (Abb. 9, Q) ist hingegen auf wärmere Gegenden beschränkt und findet sich bei uns nur in Gewächshäusern auf Warmhauspflanzen.

Reihe 4:

Siphonocladiales oder Röhrenzweig-Grünalgen.

Diese Algen bewohnen größtenteils das Meer und besitzen einen reichverzweigten Thallus, der aus zum Teil großen, vielkernigen Zellen besteht; die Chromatophoren sind plattenartig oder netz- bzw. ringförmig.

Die Familie der **Sphaeropleaceae** oder **Kugel-Ei-Grünalgen** unterscheidet sich von den anderen, sämtlich isogamen, d. h. gleichgestaltete Gameten besitzenden Familien der Reihe durch die auf geschlechtlicher Differenzierung beruhende Oogamie, während ungeschlechtliche Vermehrung bisher nicht beobachtet wurde. Die spindelförmigen, zweiwimperigen Spermatozoïden werden in großen Massen in den männlichen Mutterzellen (Antheridien) gebildet (Abb. 9, U1), während die großen kugeligen, wimperlosen Oosporen zu wenigen in nichtbauchigen weiblichen Mutterzellen (Oogonien) liegen und dort von den eindringenden Spermatozoïden aufgesucht und befruchtet werden (Abb. 9, U2). Die nach einer Häutung von einer dicken Membran umhüllte, häufig mehrkernige Zygote (Abb. 9, U 4) teilt sich in zahlreiche Zoosporen, die schließlich gemeinsam herausdringen (Abb. 9, U 5), sich zerstreuen und nach Abwerfung der Zilien zu langen, spindeligen Zellen auswachsen (Abb. 9, U 6, 7), aus denen wieder die Algenfäden hervorgehen.

Diese Familie besteht nur aus der einen in Europa und vielleicht auch in Nordamerika im Süßwasser vorkommenden Art Sphaeroplea annulina, einer unverzweigten Fadenalge, die keine Haftorgane besitzt, frei im Wasser schwimmt und durch ihre ringförmigen Chromatophoren leicht erkennbar ist.

Die Familie der **Cladophoraceae** oder **Zweigfaden-Grünalgen** umfaßt mehrere, zum größeren Teil in Brack- oder Seewasser wachsende Algengattungen, die, wenigstens in der Jugend, stets an Steinen, Holz, Wasserpflanzen usw. festhaften, teils durch krallen- oder lappenförmige Fortsätze der Basalzelle (Abb. 9, T), teils vermittelst besonderer, aus den Ästen hervorbrechender und an der Außenseite nach abwärts wachsender Fäden, sogenannter Verstärkungshyphen oder -rhizinen. Der Thallus besteht aus verzweigten (z. B. Cladophora) oder unverzweigten (Chaetomorpha, Rhizoclonium) Zellfäden, die Vermehrung geschieht durch zwei- oder vierwimperige Zoosporen, durch Gameten und durch Akineten.

Am bekanntesten ist die Gattung Cladophora, die Zweigfaden-Grünalge, die an den Küsten nahe der Oberfläche des Meeres oft dichte, stark verzweigte Rasen bildet (z. B. C. rupestris; Taf. 4, P) oder in kugeligen Klümpchen an anderen Algen wächst (z. B. C. lanosa; Taf. 4, T).

Die Familie der **Siphonocladaceae** oder **Röhrenzweig-Grünalgen** unterscheidet sich durch das Hervortreten einer großen Zelle als Hauptstamm; von diesem gehen kleinere aus, die meist zahlreiche gitter- oder netzartig verzweigte Äste aussenden; auf diese Weise erhält die verzweigte Zelle ein blattartiges Aussehen.

Die Gattungen dieser Familie sind Bewohner wärmerer Gegenden; von ihnen dringt die wenig verzweigte Siphonocladus oder Röhrenzweig-Grünalge bis zum Mittelmeer, die blattartig verzweigte Struvea oder Blattzweig-Grünalge (Abb. 10, S) nördlich bis zu den Kanarischen Inseln. Bei dieser Gattung haften die einzelnen Glieder der Zweige vermittelst eigenartiger Krallen an den höher sitzenden. Bei der ähnlichen, bis zum Mittelmeer reichenden, blattartige Verzweigungen aufweisenden Anadyomene oder Aderzweig-Grünalge fehlen diese Haftorgane; sie finden sich dagegen in etwas schwächerer Ausbildung bei der japanischen Gattung Boodlea, während bei der südlichen, aber bis zum Adriatischen Meer vordringenden Gattung Microdictyon oder Netzzweig-Grünalge die Verbindung durch Verkettung vermittelst Saugscheiben hergestellt wird. Sehr eigenartig ist die Gattung Spongocladia oder Schwammzweig-Grünalge, deren Verzweigungen zu einem schwammigen Körper verflochten sind; sie bewohnt die Meere der südlichen Halbkugel und lebt in Symbiose mit Schwämmen.



Meeresalgen der Felsklippen von Helgoland.





Meeresalgen der Felsklippen von Helgoland.

Die Familie der **Valoniaceae** oder **Blasen-Grünalgen** zeichnet sich dadurch aus, daß der Thallus aus nur wenigen blasig aufgetriebenen Riesenzellen besteht, ohne deutliche Stamm-



Abb. 10: Grünalgen (Chlorophyceae) III.

A Udotea Desfontainii: 1 Habitus; 2 Stück des Thallus mit Zoosporangien; 3 Rhizom mit Sproßanlagen.
B Penicillus capitatus: Habitus.
C Halimeda tuna: 1 Stück des Sprosses; 2 Sporangienstand; 3 Zoosporen.
D Längsschnitt durch Halimeda opuntia.
E Codium tomentosum: 1 Habitus; 2 Rindenschlauch mit Gametangien; 3 männliches, 4 weibliches Gametangium; 5 männliche, 6 weibliche Gamete; 7 Kopulation; 8 Zygote; 9 Hypnozygote; 10 keimende Zygote.
F Bryopsis plumosa: 1 Habitus; 2 Ast, vergrößert; 3 weibliche Gametangien; 4 männliche und weibliche Gamete.
G Bryopsis sp.: Basis mit Kriechsprossen.
H Pseudobryopsis: Kopulation von Gameten.
J Derbesia: 1 Habitus von D. Lamourouxii; 2 Zoosporangium und 3 Schwärmspore von D. tenuissima.
K Caulerpa fastigiata: Sproß.
L Caulerpa macrodisca.
M Caulerpa prolifera: Durchschnitt durch die Zelle.
N Vaucheria geminata: 1 Faden mit Zyste; 2 keimende Zyste; 3 amöboide Zelle.
O Vaucheria repens: 1 Entleerung der Zoospore; 2 Durchschnitt durch den Rand derselben.
P Vaucheria sessilis: 1 Antheridium und Oogonium; 2 Befruchtungsvorgang; 3 keimende Zoospore.
Q Dichotomosiphon.
R Valonia utricularis: 1 Habitus; 2 Ende eines Rhizoides; 4 Sporangium; 3, 5 keimende Schwärmspore.
S Struvea plumosa: Habitus.
T Acetabularia mediterranea: 1 Habitus; 2 Teil des Schirmes; 3 Zyste; 4 dieselbe, Gameten enthaltend; 5 Zygote; 6 Gameten, kopulierend.

bildung. Von diesen großen Zellen gliedern sich durch uhrglasförmige Wände häufig ganz kleine sogenannte Randzellen ab, aus denen auch die Verzweigungen hervorgehen (Abb. 10, R 1).

Die Hauptgattung Valonia oder Blasen-Grünalge bildet grüne, umgekehrt-eiförmige oder keulenförmige Blasen, die bald in unregelmäßigen Klumpen, bald gedrängt palisadenförmig nebeneinanderstehen; die meisten Arten bewohnen die tropischen Meere, V. ovalis (Taf. 4, O) aber noch die Küste von Helgoland und Skandinavien. Mittels verzweigter Lappen haftet die abgegliederte Wurzelzelle (Abb. 10, R 2) an der steinigen Unterlage. Eine geschlechtliche Vermehrung ist nicht bekannt, die Zoosporen entstehen meist in kleinen einzelligen Individuen (Abb. 10, R 4) durch simultane Teilung; nach Abwerfung der zwei Zilien keimen sie wieder zu den blasenförmigen Pflänzchen aus (Abb. 10, R 3, 5). Auch Aplanosporen kommen vor, namentlich bei Verwundungen.

Die Familie der **Dasycladaceae** oder **Wirtelzweig-Grünalgen** besteht aus Algen mit einer langen, die Achse bildenden Tragzelle, an welcher die in ihrem Wachstum begrenzten Äste wirtelig angeordnet sind. Die Algen haben daher, falls die Äste dicht stehen und die Achse bedecken, ein keulen- oder kolbenartiges Aussehen, so bei Dasycladus, Triploporella, Bornetella, oder, wenn sie nur an einer Stelle die Achse umgeben, einen schirmförmigen Habitus, so bei Acetabularia.

Die Sporangien werden an den strahligen Seitenachsen end- oder seitenständig gebildet, oder letztere verwandeln sich ganz in Sporangien; auch sterile Wirtelteile kommen vor, z. B. bei Acetabularia (Abb. 10, T 2). Die Sporangien bringen entweder unmittelbar die gleichgestalteten Gameten hervor oder, wie bei Acetabularia, Aplanosporen bzw. Zysten (Abb. 10, T 3), die hier durch Zerfall des Schirmes frei werden und in sich dann die Gameten erzeugen, also Gametangien darstellen (Abb. 10, T 4); die aus der aufspringenden Zelle hervordringenden Gameten kopulieren und bilden Zygoten (Abb. 10, T 6, 5), die wieder zu Algen auskeimen. Da bei diesen sehr charakteristischen Algen Inkrustierung mit Kalk nicht selten ist, haben sich auch manche fossile Formen, meist im Tertiär und in der Kreide, einzelne sogar in der Perm- und Triasperiode, gut erhalten.

Die meisten Gattungen und Arten bewohnen wärmere Meere, doch dringt Cymopolia bis zu den Kanarischen Inseln und Cadiz in Spanien, Acetabularia und Dasycladus bis ins Mittelmeer vor; am bekanntesten ist Acetabularia, die Schirm-Grünalge (Abb. 10, T), die ebenso wie Cymopolia mit Kalk inkrustiert ist.

Reihe 5:

Siphonales oder Röhren-Grünalgen.

Unter dieser Reihe faßt man eine Anzahl Familien von Grünalgen zusammen, deren verzweigter, fädiger Thallus aus nur einer Zelle ohne Querwände besteht. Die Kerne sind naturgemäß zahlreich, und die Chromatophoren sind linsen- oder plattenförmig. Die meisten Familien haben nur aktiv bewegliche Gameten, einzig bei den Vaucheriaceae sind die weiblichen Gameten unbeweglich und bleiben in der Mutterzelle liegen.

Die Familie der **Codiaceae** oder **Filz-Grünalgen** entwickelt eine große Formenmannigfaltigkeit, indem die Zweige der Riesenzelle sich bald zu derben Stielen oder Knollen verfilzen (Abb. 10, B), bald blattartig verbreitern (Abb. 10, A 1, C 1), bald wurzelartige Geflechte bilden (Abb. 10, A 3) oder sogar verzweigte Würzelchen imitieren (Abb. 10, B) bzw. sich in pinselartige (Abb. 10, B) oder geweihartige (Abb. 10, E) Verzweigungen auflösen. Kalkinkrustierungen kommen oft vor und machen z. B. bei Halimeda den Thallus nicht selten ganz starr. Die Starrheit des Laubes und der Stiele wird aber auch häufig durch die eigenartigen Verkettungen bzw. das Durchwachsen der Zellglieder bewirkt (Abb. 10, A 2).

Ungeschlechtliche Fortpflanzung ist in den meisten Gattungen nachgewiesen worden, wobei die zweiwimperigen Zoosporen (Abb. 10, C 3) gewöhnlich in besonderen kugeligen Zellabschnitten (Zoosporangien) entstehen (Abb. 10, A 2, C 2), welch letztere häufig ganze

Sproßsysteme bilden (Abb. 10, C 1). Geschlechtliche Fortpflanzung kommt bei Codium vor, einer Gattung, bei der männliche und weibliche Gametangien (Abb. 10, E 3, 4) als besondere längliche Abschnitte der kugeligen Zelle entstehen (Abb. 10, E 2). Die kleineren männlichen Gameten (Abb. 10, E 5) kopulieren mit den größeren weiblichen (Abb. 10, E 6) und bilden eine Zygote, die sich abrundet und bald keimt (Abb. 10, E 7—10).

Die meisten Gattungen sind vornehmlich in wärmeren Gegenden im Meere zu Hause, Aurainvillea dringt bis ins Rote Meer, Udotea oder die Meerfächer-Grünalge (Abb. 10, A), Penicillus oder die Meerpinsel-Grünalge (Abb. 10, B), Halimeda oder die Meerketten-Grünalge (Abb. 10, C) bis ins Mittelmeer, Codium tomentosum oder die geweihartige Filz-Grünalge (Abb. 10, E) sogar bis Skandinavien vor, während Codium bursa oder die hohlkugelige Filz-Grünalge an der europäischen West- und Südküste wächst.

Die Familie der **Bryopsidaceae** oder **Moos-Grünalgen** besitzt fiederig verzweigte Sprosse (Abb. 10, F), ohne daß die Zweige miteinander verflochten oder verklebt sind; die Fiedern stehen zweizeilig oder spiralig. Die Zellmembran ist dünn und nicht mit Kalk inkrustiert, das wandständige Protoplasma enthält neben zahlreichen Kernen auch viele ovale flache Chromatophoren. Die unteren Verzweigungen bilden kriechende, rhizomartige Fortsätze (Abb. 10, G), auf denen sich dann wieder aufrechte Sprosse erheben; dadurch erklärt sich das rasenförmige Auftreten der Alge. Eine ungeschlechtliche Vermehrung ist nicht bekannt; die geschlechtliche ist mit einer Abschnürung der kurzen Verzweigungen durch eine Querwand verbunden, wodurch männliche und weibliche Gametangien entstehen (Abb. 10, F 3); die verschieden gestalteten zweiwimperigen Gameten (Abb. 10, F 4, H) kopulieren miteinander, die Zygote kommt zur Ruhe, rundet sich ab und keimt wieder zu einer Algenzelle aus. Diese Familie besteht nur aus den zwei im seichten Meerwasser, namentlich in wärmeren Gegenden, verbreiteten, aber auch im Mittelmeer vorkommenden Gattungen Bryopsis oder Moos-Grünalge (Abb. 10, F 1) und Pseudobryopsis oder Falsche Moos-Grünalge.

Bei der Familie der **Derbesiaceae** oder **Büschelfaden-Grünalgen**, bei der eine geschlechtliche Vermehrung unbekannt ist, entstehen rundliche, mit einem Wimperkranz ausgestattete Zoosporen (Abb. 10, J 3) in angeschwollenen, meist keuligen, durch eine Wand abgetrennten kurzen Seitenverzweigungen (Sporangien; Abb. 10, J 2). Diese Familie umfaßt nur eine einzige, an den Küsten weitverbreitete Gattung, Derbesia oder Büschelfaden-Grünalge, deren an Steinen oder Algen festsitzende Arten meist wenig verzweigte Fädenbüschel darstellen (Abb. 10, J 1).

Die Familie der **Phyllosiphoniaceae** oder **Blattröhren-Grünalgen** stellt eine parasitisch gewordene Form der Reihe dar. Fortpflanzungszellen mit Eigenbewegung fehlen, die zu Sporangien umgebildeten Seitenzweige enthalten vielmehr dicht aneinandergelagerte Aplanosporen. Durch Quellung der inneren Sporangiummembran werden die Sporen aus der platzenden äußeren Membran herausgepreßt und wachsen zu Fäden aus, die zwischen zwei Epidermiszellen in die Nährpflanze eindringen. Chromatophoren sind zwar in großer Zahl vorhanden, aber klein, dünn und von schwacher Färbung.

Die einzige Art Phyllosiphon arisari oder Blattröhren-Grünalge bewohnt in Südeuropa die Interzellularräume der Blätter der Arazee Arisarum vulgare und veranlaßt auf ihnen große, häufig ineinanderfließende hellere Flecke. Die Alge selbst besteht aus einer reichverästelten Zelle, deren schlauchförmige Verzweigungen unregelmäßig angeordnet und gestaltet sind.

Die Familie der **Caulerpaceae** oder **Kriechsproß-Grünalgen** weist insofern die ausgeprägteste Arbeitsteilung auf, als Wurzel, Stamm und Blätter aufs deutlichste voneinander geschieden sind (Abb. 10, K, L); an der Wurzel unterscheidet man meist ein

fadenförmiges, kriechendes Rhizom, das sogar zuweilen mit schuppen- oder zapfenartigen Ausstülpungen bedeckt ist, sowie von dem Rhizom abwärts in den Schlamm eingesenkte, meist wieder in dünne Fäden sich auflösende Rhizoïde.

Nach oben zu werden rundliche Sproßstämme angesetzt, die sich entweder unmittelbar zu Flachsprossen verbreitern, oder fiederig gestellte Abschnitte bilden, oder gestielte, blattartige bzw. gefiederte Seitenzweige treiben, oder auch sich in Fäden auflösen. Es ist also eine wunderbare, an die Gestalt höherer Pflanzen erinnernde Mannigfaltigkeit in dieser Familie vorhanden, Anpassungen an lokale Verhältnisse, deren Wert wir größtenteils noch nicht zu übersehen vermögen. Die Zellen werden von Zellstoffbalken durchzogen (Abb. 10, M), die als Steifungsvorrichtungen anzusehen sind und vielleicht auch als Stütze für die Plasmastränge, die sie überziehen, dienen mögen. Das Plasma enthält zahlreiche Kerne und viele kleine Chromatophoren.

Fortpflanzungszellen sind noch nicht beobachtet worden; die gewöhnliche Weise der Vermehrung beruht auf dem Weiterkriechen der Rhizome unter gleichzeitigem Absterben der hintersten Sprossen. Auch vermögen abgerissene Sprosse, ähnlich wie Stecklinge höherer Gewächse, neue Pflanzen zu entwickeln. In manchen Gegenden entstehen auf diese Weise ganze Wiesen auf schlammigem Boden in flachen Meeresteilen.

Die einzige Gattung dieser Familie, Caulerpa oder Kriechsproß-Grünalge, bewohnt mit vielen Arten die wärmeren Meere und dringt nördlich bis zum Mittelmeer vor. Einige Arten, wie C. peltata und macrodisca, werden in ihrer Heimat als Gemüse verzehrt.

Die Familie der **Vaucheriaceae** oder **Schlauch-Grünalgen** bewohnt im allgemeinen Süßwasseransammlungen, sogar kleine Tümpel und Gräben, manche Arten wachsen auch auf feuchten Substraten außerhalb des Wassers, auf Schlamm, in Gewächshäusern usw., andere ziehen brackiges und einzelne Meerwasser vor. Man findet sie sogar trotz ihrer weichen Konsistenz fast fossil, nämlich als sogenannten Papierlehm in dünnen Schichten innerhalb von Alluvialablagerungen zusammengepreßt. Diese Algen bilden dünne, zylindrische, meist zu lockeren Rasen oder dichten Polstern vereinigte, scheidewandlose Schläuche, die sich bei Vaucheria, der Schlauch-Grünalge, fiederig, bei Dichotomosiphon, der Gabelschlauch-Grünalge, gabelig verzweigen und mit krallenartigen Haftrhizoïden am Substrat befestigt sind; die Schläuche enthalten zahlreiche Kerne und kleine Chromatophoren.

Abgerissene Zweige und ausgetretene Plasmamassen, soweit sie Kerne enthalten, können zu neuen Pflanzen auswachsen; manche Arten zerfallen auch von selbst unter gewissen Umständen in Teilstöcke, Zysten, die durch Gallertplatten voneinander getrennt sind (Abb. 10, N 1). Diese Zysten können wieder zu Fäden auswachsen, oder sie entlassen ihren Inhalt als eine amöboïde Zelle (Abb. 10, N 1, 3), die ihrerseits wieder auswachsen oder sich mit einer Haut umgeben kann, um später, nach einem Ruhestadium, zu keimen (Abb. 10, N 2). Auch die sogenannten Brutkeulen von Dichotomosiphon (Abb. 10, Q) sind als Zysten aufzufassen und keimen ohne Zwischenstadium.

Weit häufiger ist die Fortpflanzung durch Zoosporen, und zwar werden diese in plasmareichen Endstücken des Schlauches gebildet, die sich durch eine Trennungsschicht von dem übrigen Schlauche abgrenzen (Abb. 10, O 1). Die Zoosporen treten aber nicht als einzelne zilienführende Zellen heraus, sondern bleiben zu einer Masse vereinigt. Diese trägt außen einen Zilienpelz, der aus zahlreichen, mit je einem Kern verbundenen Zilienpaaren besteht (Abb. 10, O 2); man bezeichnet diesen Zoosporenverband als Synzoospore. Außerdem finden sich auch Aplanosporen als Fortpflanzungsorgane. Außerordentlich interessant, aber in den Einzelheiten bei den Arten recht verschieden, ist die geschlechtliche Fortpflanzung, bei der meist nahe beieinander Antheridien und Oogonien gebildet werden. Letztere sind bauchig, erstere häufig gekrümmt und schlauchförmig; beide grenzen sich durch eine Trennungsschicht von dem Schlauche ab, die Oogonien aber erst, nachdem die Kerne bis auf den einen Eikern in den Schlauch zurückgewandert sind (Abb. 10, P 1). Das Oogonium treibt dann nach dem benachbarten Antheridium hin eine Art Schnabel vor; dieser verquillt, ein Teil des Plasmas tritt aus, gleichzeitig öffnet sich das Antheridium, und die Zoosporen stürzen sich auf die Eizelle (Abb. 10, P 2). Nachdem es einer Zoospore gelungen ist, einzudringen und ihren Spermakern mit dem Eikern zu verbinden, schließt sich die befruchtete Eizelle durch eine Wand ab und wird zu einer kugeligen Dauerzelle, um gelegentlich zu keimen (Abb. 10, P 3). Interessant ist es, daß man durch Licht und gute Ernährung die geschlechtliche Vermehrung, durch Dunkelheit die Fortpflanzung durch Zoosporen fördern kann; Aplanosporen erzielt man durch Trockenheit.

Klasse 5:

Charaphyceae oder Armleuchteralgen.

Diese nur aus der einzigen Familie der **Characeae** bestehende Klasse weicht in verschiedenen Beziehungen so sehr von den anderen Algen ab, daß manche Gelehrte sogar den Versuch gemacht haben, sie als besondere Abteilung (Phycobrya oder Algenmoose) zwischen die Algen und Moose zu stellen, oder sie gar als niederste Stufe der Moose selbst



Abb. 11: Armleuchteralgen (Characeae).

A Nitella flexilis: 1 Habitus; 2 Teil des Sprosses (vergr.) mit zwei Blättern, einem Antheridium und zwei Oogonien; 3 Manubrium mit spermatogenen Fäden; 4 Teil eines spermatogenen Fadens; 5 Spermatozoid. B Chara fragilis: 1 Antheridium u. Oogonium; 2 Längsschnitt durch die Endknospe. C Chara foetida: Habitus. D Chara aspera: Wurzelknöllchen. E Chara jubata: Habitus. F Chara crinita: 1 Habitus des Sproßendes; 2 Keimpflanze mit Vorkeim; 3 Blattbildung. G Chara ceratophylla: Teil des Sprosses. H Tolypellopsis ulvoides: 1 Habitus; 2 Blattbildung; 3, 4 Sproßknöllchen; 5 Oogonium; 6 Coronula.

ansahen. Dagegen wird aber vor allem das Fehlen eines Generationswechsels bei den Charazeen geltend gemacht, indem eine besondere Sporen tragende Generation hier nicht vorkommt. Das Auftreten von Vorkeimen ist auch sonst bei Algen konstatiert worden, die Berindung der Oogonien findet sich auch bei Coleochaete, während der Bau der Antheridien und die seltsame Spermatozoïdbildung die Klasse zwar von den anderen Algen weit trennt, aber doch keine Verbindung zu den höheren Abteilungen des Pflanzenreiches herstellt. Bei den vielen sonstigen Beziehungen der Charazeen zu den Algen ist es aber immer noch sachgemäßer, sie diesen einzuordnen, als eine besondere Abteilung des Pflanzenreiches aus ihnen

zu machen. Ob man sie nun, wie es hier geschieht, gleich hinter die Grünalgen stellt oder als letzte Klasse hinter die Rotalgen, ist gleichgültig; beide Ansichten lassen sich verteidigen.

Es sind meist kleine, durch Kalkinkrustation häufig starre Gewächse mit streng wirteliger Verzweigung, doch gibt es auch Arten, die über einen Meter hoch werden. Die Hauptachse besteht aus abwechselnd sehr langen Internodien- oder Gliederzellen und kurzen Knotenzellen; erstere werden bei Nitella cernua 25 mm lang und 3 mm breit, letztere tragen gewöhnlich 6—8 Seitenzweige, sogenannte Blätter; aus der Achsel des ältesten derselben geht meist ein dem Stengel ähnlich gebauter Seitensproß hervor (Abb. 11, A 1, C). Die Blätter sind zuweilen sehr kurz (Abb. 11, E), gewöhnlich aber fadenförmig; sie haben im Gegensatz zu den Stengeln begrenztes Längenwachstum, sind aber auch ihrerseits aus abwechselnden Internodien- und Knotenzellen zusammengesetzt, welch letztere wiederum häufig Blättchen zweiter Ordnung hervorbringen (Abb. 11, C, F 1, G). Bei einigen Gattungen entspringen unterhalb der Blätter in einfacher oder doppelter Reihe noch kleine pfriemenförmige einzellige Ausgliederungen, die man als Nebenblätter bezeichnet. Von dem gleichen Orte, dem sogenannten Basilarknoten, geht auch die besonders bei Chara ausgebildete Berindung des Stengels aus, indem nach oben und unten Rindenlappen entstehen, die in gleicher Weise wie die Blätter und Stengel in Internodien- und Knotenzellen zerfallen und ihr Wachstum erst mit der Streckung des Internodiums und der Berührung mit dem nächsthöheren oder nächsttieferen Rindenlappen beenden. Auch die Blätter vieler Chara-Arten haben eine ähnliche Berindung.

Die Zellteilung geht sowohl beim Stengel als auch bei den Blättern und Rindenlappen von den Scheitelzellen aus; die jungen Zellen besitzen je einen großen zentralen Kern, während die Internodienzellen durch Teilung bei ihrer Streckung zahlreiche Kerne erlangen (Abb. 11, B 2). Die ovalen, scheibenförmigen Chromatophoren liegen, zu Längsreihen dicht gedrängt geordnet, in der peripherischen ruhigen Schicht des Protoplasmas, während sich dessen innere Schicht in schneller Rotation befindet; dort, wo der aufstrebende und absteigende Strom des Plasmas aneinanderstößt, ist in der äußeren Schicht eine Unterbrechung der Chromatophoren, die sich äußerlich als eine farblose Linie (Abb. 11, A 2) darstellt.

Wurzeln oder Rhizoïden entspringen aus den unteren Knoten, indem die oberflächlich gelegenen Zellen zu langen, dünnen Zellfäden auswachsen, deren einzelne Zellen förmliche Gelenke miteinander bilden und von diesen aus Seitenrhizoïden entsenden. Zur Überwinterung bzw. zur Überdauerung ungünstiger Zeiten werden zuweilen stärkereiche Knöllchen angelegt, und zwar entweder an der Achse bzw. deren Auszweigungen, bei Tolypellopsis sogar in sternförmiger Anordnung (Abb. 11, H 3, 4), oder an den Wurzeln (Abb. 11, D). Die letzteren bestehen häufig nur aus einer einzigen großen Zelle. Die Knollen keimen dann später wieder zu gewöhnlichen Pflanzen aus.

Eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Sporen ist nicht bekannt, dagegen können sich die Armleuchteralgen durch abgelöste Teile vermehren. Auch die sich namentlich an den Stengelknoten älterer überwinterter Teile entwickelnden sogenannten nacktfüßigen, d. h. unberindeten Zweige dienen als Vermehrungssprosse, ebenso Zweigvorkeime, die ihrerseits Zweigsprosse bilden.

Die geschlechtlichen Fortpflanzungszellen entstehen in getrennten männlichen und weiblichen Organen, und zwar entwickeln sich die Oogonien stets, die Antheridien häufig seitenständig an den Blättern, letztere oftmals aber auch endständig, z. B. bei Nitella. Unterhalb der Antheridien befinden sich die Oogonien bei Nitella, Tolypella und Lamprothamnus

(Abb. 11, A 2), zwischen ihnen bei Lychnothamnus, oberhalb bei Chara (Abb. 11, B 1), wenigstens soweit sie an den gleichen Pflanzen auftreten.

Die Antheridien sind kugelige, durch eine Umwandlung des Chlorophylls der Wandzellen rot gefärbte Gebilde. Ihre Wandung besteht aus einer flaschenförmig gestalteten Basalzelle und zweimal vier schildförmigen, am Rande gefalteten, bei der Reife klappig auseinanderweichenden Zellen. Jede dieser Zellen trägt innen in der Mitte eine griffartige, Manubrium genannte Zelle, die ihrerseits sechs Köpfchenzellen trägt, an denen je vier, zusammen 24 gebogene Zellreihen sitzen, so daß das Ganze das Aussehen einer Geißel hat (Abb. 11, A 3). Jede der etwa 100—225 flachen Gliederzellen der Zellreihen entwickelt ein schraubig gewundenes Spermatozoïd, das an dem verschmälerten Vorderende zwei lange Zilien trägt (Abb. 11, A 4, 5).

Die Oogonien sitzen auf einer Trägerzelle und werden von ihr noch durch eine oder einige kleine, scharf abgeschnittene Zellen, die sogenannten Wandungszellen, getrennt, die von einigen Forschern als Rudimente einer ursprünglichen Oogoniumwand, von anderen als Analogien der Zellteilung des Antheridiums angesehen werden. Umhüllt wird das Ganze von fünf schraubig gewundenen Hüllschläuchen, die an der Spitze noch ein- oder zweimal fünf kleine Zellen abschnüren, das sogenannte Krönchen (coronula; Abb. 11, H 5, 6). Von den Hauptgattungen besitzen Chara (Abb. 11, B 1) einzellige, Nitella und Tolypella hingegen zweizellige Hüllspitzen. Die berindeten Oogonien werden auch als Sporenknospen oder besser als Eiknospen bezeichnet. Die Befruchtung findet statt, indem die Hüllfäden unterhalb der Krone etwas auseinanderweichen oder zerreißen; das eindringende Spermatozoïd muß durch die ganze Eizelle hindurchdringen, um den Eikern zu erreichen, während der Kern der durch die Befruchtung entstehenden Zygote wieder in den oberen Teil der Zelle zurückkehrt. Nach vollendeter Befruchtung erhält die Eizelle eine feste Membran, auch die Hüllschläuche verhärten und werden dunkel, während sich ihr Chlorophyll rot färbt, freilich später mit der Außenwand der Hüllschläuche sowie den Krönchen abgestoßen wird. Bei Chara umgibt sich häufig noch das ganze Oogonium mit einem Kalkmantel. Bei der Keimung wird der Scheitel der Hülle durchbrochen, und der herauswachsende Sproß bildet einen Vorkeim, an dem einerseits Rhizoiden, anderseits Sprosse entwickelnde Knoten entstehen (Abb. 11, F 2).

Die auch in Deutschland, namentlich in brackigem Wasser, häufige Chara crinita besitzt zwar meist nur Oogonien, trotzdem entwickelt sich aber die Oospore ebenso, als wenn die Eizelle befruchtet worden wäre. Auch sonst sind Fälle von Parthenogenesis bei verschiedenen Arten der Charazeen bekannt.

Die Charazeen bestehen aus sechs einander äußerlich sehr ähnlichen Gattungen, die sich mit Vorliebe an verhältnismäßig ruhigen Stellen im süßen und brackigen Wasser finden. Die über die ganze Erde verbreitete Familie umfaßt auch einige kosmopolitische Arten, wie Chara foetida und fragilis, während andere wieder sehr eng begrenzte Gebiete bewohnen. Einige Arten sind seltsamerweise bisher nur von Europa und Australien bekannt. Daß es eine geologisch sehr alte Familie ist, beweist das Vorkommen der verkalkten Früchte in fossilen Ablagerungen bis zur Triaszeit hin.

Klasse 6:

Phaeophyceae oder Braunalgen, Tange.

Diese Unterabteilung der Algen hat ihren Namen von der braunen Färbung des Thallus, die daher rührt, daß die Chromatophoren Träger eines braunen oder gelben Farbstoffes sind, der Phykophäin genannt wird. Die Braunalgen sind im Gegensatz zu den Grünalgen

und Armleuchteralgen bis auf wenige Ausnahmen Meeresbewohner. Sie zeichnen sich vor allem durch die Mannigfaltigkeit des vegetativen Aufbaues sowie der hierbei in Erscheinung tretenden Arbeitsteilung aus, wogegen sie bezüglich der Fortpflanzungsorgane bei weitem nicht die Variabilität der Grünalgen aufweisen. Neben einer weitverbreiteten geschlechtlichen Vermehrung findet sich in dieser Klasse auch häufig eine ungeschlechtliche; von manchen Familien ist die letztere sogar allein bekannt. Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Schwärmzellen (Zoosporen) oder durch unbewegliche Sporen (Aplanosporen), die geschlechtliche entweder nur durch männliche und weibliche Schwärmzellen (Planogameten) oder durch männliche Schwärmzellen (Spermatozoïden) und weibliche Oosporen. Sowohl die Zoosporen als auch die Gameten bzw. Spermatozoïden zeichnen sich mit wenigen Ausnahmen durch zwei seitliche Zilien aus, von denen die eine, nach vorn gerichtete als Ruderorgan, die nach hinten gerichtete als Steuer funktioniert; sie entspringen gewöhnlich in der Nähe eines rot braunen Augenfleckes, der meist einem gelben, plattenförmigen Chromatophor angeheftet ist.

Die Klasse zerfällt in die drei Reihen der Phaeosporeae, die sich durch Zoosporen und an der Oberfläche gebildete Gameten fortpflanzen, der Akinetosporeae, die sich außer durch Zoosporen auch durch unbewegliche Zellen vermehren, während eine geschlechtliche Vermehrung nicht bekannt ist, sowie endlich der Cyclosporeae, die sich nicht durch Zoosporen, sondern nur durch unbewegliche Zellen, vor allem aber geschlechtlich durch im Inneren des Thallus erzeugte Spermatozoïden und nackte Eier vermehren.

Reihe 1:

Phaeosporeae oder Braunsporen-Tange.

Diese Reihe zerfällt ihrerseits wieder in vier Familien, die Ectocarpaceae oder Außenfrucht-Tange, die Cutleriaceae oder Zweiform-Tange, die Sphacelariaceae oder Brandspitzen-Tange und die Laminariaceae oder Blatt-Tange.

Die Familie der **Ectocarpaceae** oder **Außenfrucht-Tange** umfaßt zahlreiche Gattungen, deren Thallus bald aus verzweigten Zellfäden besteht, bald band-, röhren-, flächen- oder knollenförmige Körper darstellt, die sich aber ihrem Ursprung nach ebenfalls auf Zellfäden zurückführen lassen. Typische Scheitelzellen fehlen fast stets, das Wachstum geht vielmehr gewöhnlich interkalar, d. h. durch Teilung bestimmter, tiefer unten gelegener Gewebspartien, vor sich. Die beiden Gametengeschlechter sind ziemlich gleichartig gestaltet (Abb. 12, A 2—4) und werden in vielfächerigen Sporangien (Gametangien; Abb. 12, A 1, 5—7) gebildet. Daneben gibt es noch eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen, die in einfächerigen Sporangien (Zoosporangien) entstehen (Abb. 12, B). Bis auf wenige Formen, unter denen besonders die an Ufern von Landseen wachsende, dort auf Wasserpflanzen und Schneckenhäusern kleine olivenbraune schlüpfrige Polster bildende Pleurocladia lacustris, die teichbewohnende Seitenspross-Braunalge, bemerkenswert ist, umfaßt diese Familie nur Meeresbewohner.

Wir können hier nur die wichtigeren Gattungen, soweit sie sich auch an den Küsten Deutschlands finden, etwas näher betrachten. Die Gattung Ectocarpus oder Außenfrucht-Tang (Abb. 12, A) besteht, ebenso wie die Gattung Pylaiella oder Rosenkranzfrucht-Tang, aus kleinen rasigen oder pinselförmig wachsenden, von Zellfaden gebildeten bräunlichen Algen, die gewöhnlich epiphytisch auf größeren Meeresalgen, besonders auf Tangen, leben (Taf. 4, B); bei Ectocarpus siliculosus gelangt nur eine der zahlreichen, die weiblichen Gameten umschwärmenden männlichen Gameten zur Kopulation (Abb. 12, A 2 und 3). Streblonema, der Walzenfaden-Tang (Abb. 12, B), entwickelt kriechende Sprosse und dringt in andere Algen ein, Phycocelis, der Scheiben-Tang, bildet kleine epiphytische Scheiben mit meist aufrechten Zellreihen,

bei Ascocyclus, dem Schlauchzellen-Tang, finden sich statt der Zellfäden einreihige Gametangien, die von schlauchförmigen Zellen (Paraphysen) begleitet sind. Lithoderma, der Steinhaut-Tang (Abb. 12, C), der gleichfalls vielzellige und einzellige Sporangien besitzt, welch erstere von Gallertkappen bedeckt sind, findet sich als dunkle, meist schwarzbraune, bis handgroße Krusten auf Steinen und Molluskenschalen (Taf. 4, M).

Eine sehr auffallende Form ist Desmarestia aculeata, der Stachel-Tang (Abb. 12, D), eine an unseren felsigen Küsten sehr häufige Alge, die sich durch eine Art Laubfall auszeichnet. Die goldbraunen, Haarbüscheln vergleichbaren Ausgliederungen, welche die verzweigten Sprosse in zwei Reihen bedecken (Abb. 12, D 1), fallen nämlich im Laufe des Sommers ab, so daß die Pflanze im Winter, wenn die Sporen erzeugt werden, einen kahlen, durch die zackenförmigen Kurztriebe stacheligen Charakter erhält (Abb. 12, D 2). Während die Spitze der Alge aus einer verzweigten Zellreihe besteht, wird der untere Teil von einem nachträglich gebildeten Gewebemantel umhüllt. An der Nordostküste Nordamerikas wird dieser Tang auch zu Düngezwecken gesammelt.

Von geringerer Bedeutung ist eine Reihe mittelgroßer Braunalgen. Punctaria, der Punkt-Tang, (Abb. 12, F), ist ein an unseren Küsten häufiger Vertreter einer Gruppe von faden-, röhren-, sack- oder bandförmigen Algen, deren Thallus aus gleichförmigem Gewebe besteht; die einzelligen Sporangien und die vielzelligen Gametangien sind in den bandförmigen Sprossen in Gestalt von Punkten eingesenkt. Scytosiphon, der Hautröhren-Tang (Abb. 12, E), und seine Verwandten, z. B. Phyllitis, der Band-Tang, besitzen im Inneren anders gebaute Zellen als in der Peripherie. Dictyosiphon, der Zellenröhren-Tang (Abb. 12, G), besteht aus reichverzweigten, mit einer Art Scheitelzelle versehenen fadenförmigen, schließlich etwas hohlen Sprossen. Große unverzweigte Fäden entwickelt der Meersaiten-Tang, Chorda filum (Taf. 4, B); er sitzt am Substrat mit einer Haftscheibe fest, die von untereinander verflochtenen Hyphen gebildet wird. Ein innerer, mit Schleim oder Luft gefüllter Hohlraum wird von fadenartig gestreckten Zellen umgeben und von Hyphen durchzogen. Darum liegt ein Mantel großzelligen Parenchyms, während die kleinzellige Außenschicht von keulenförmigen Assimilationszellen und länglichen einzelligen Sporangien bedeckt ist; dazwischen befinden sich noch längere Haare, bei Chorda tomentosa, dem filzigen Meersaiten-Tang (Abb. 12, J), anstatt dessen lange goldgelbe Fäden. Eine höckerige, darm- oder sackförmige Gestalt hat der Thallus von Asperococcus, dem Rauhdarm-Tang, wogegen Myriotrichia, der Tausendhaar-Tang, ein kleiner Epiphyt, der auf anderen Algen hinkriecht, reichverzweigte Sproßbündel besitzt, die dem basalen Zellfaden entspringen.

Ganz anders ist der Habitus der gleichfalls epiphytischen Leathesia difformis, des Gallert-Tanges (Abb. 12, H), der als hohle, unregelmäßig gelappte, gallertartig fleischige Massen auf anderen Algen wächst. Mikroskopisch feine Polster bildet Myrionema, der Tausendfaden-Tang, während Ralfsia, der Krusten-Tang, als dunkle Krusten auf Steinen und Muscheln erscheint. Elachista, der Pinsel-Tang (Taf. 4, S), wächst in der Art wie manche Cladophora-Arten als dichte, aber olivengrüne, pinselförmige Büschel auf anderen Algen, während Chordaria, der Saiten-Tang (Abb. 12, K 1), aus verzweigten Fäden besteht, die zwar einen anderen Bau haben als die Meersaite Chorda, aber gleichfalls außen Assimilationszellen, Sporangien und Haare tragen (Abb. 12, K 2). Sporochnus, der Haarbüschel-Tang (Abb. 12, L), hat an den fadenförmigen, verzweigten Sprossen keulenförmige, mit einem Haarbüschel endende Kurzsprosse, die unterhalb der Haarbüschel dicht von kurzen Sporangienträgern mit vielen seitlichen Sporangien bedeckt sind (Abb. 12, L 2, 3).

Die Familie der **Cutleriaceae** oder **Zweiform-Tange** besteht nur aus zwei Gattungen und bewohnt das Meer. Sie zeichnet sich durch an Größe und Gestalt sehr verschiedene männliche und weibliche Gameten aus (Abb. 12, M 8), die auch in verschieden geformten Gametangien gebildet werden, indem die Makrogametangien (Oogonien; Abb. 12, M 6) dicker und kürzer sind und in jedem Fach nur eine Gamete (Abb. 12, M 9) erzeugen, während die Mikrogametangien (Antheridien; Abb. 12, M 7) länger und schmäler sind und je zwei Gameten in jeder Zelle hervorbringen.

Während bei der scheibenförmigen Gattung Zanardinia, dem Scheiben-Tang, geschlechtliche und ungeschlechtliche Pflanzen der Gestalt nach gleich sind, zeigt die Gattung Cutleria, der Zweiform-Tang, eine Art Generationswechsel. Die ungeschlechtliche Sporangien tragende Generation bildet flache, gelappte, mit Rhizoiden befestigte Sprosse (Abb. 12,

[Zu Tafel 5.]

Tange.

A) Laminaria saccharina
1) Habitus, 2) Sporangien.

B) Laminaria Cloustoni
1) Habitus, 2) Schleimgänge mit Sekretzellen.

C) Lessonia fuscescens.

D) Nereocystis Lütkeana.

E) Macrocystis angustifolia.

F) Macrocystis pyrifera.
1) Habitus, 2) Siebzellen.

G) Thalassiophyllum clathrus.

H) Agarum Turneri.

J) Alaria oblonga.

K) Egregia Menziesii.

L) Fucus vesiculosus
1) Habitus, 2) weibliches Konzeptakulum, 3), 4) Oogonium, 5) Befruchtung des Eies, 6) männliches Konzeptakulum, 7) Antheridienstand, 8) Antheridien mit Spermatozoïden, 9) Keimling.

M) Ascophyllum nodosum.

N) Halidrys siliquosa.

O) Cystoseira crinita.

P) Cystoseira abrotanifolia.

Q) Scytothalia dorycarpa.

R) Sargassum linifolium.

S) Turbinaria spec.

T) Hormosira Banksii.

U) Marginaria Urvilliana.

V) Himanthalia lorea.

W) Seirococcus axillaris.



Tange.

M 4), deren auf der Oberfläche zahlreich nebeneinanderstehende einzellige Sporangien (Abb. 12, M 5) die Zoosporen hervorbringen; diese Form hielt man früher für eine besondere



Abb. 12: Braunalgen (Phaeophyceae).

A Ectocarpus siliculosus: 1 Zweig mit Gametangien; 2 ein weibliches Gamet, von männlichen umdrängt; 3 Kopulation; 4 Zygoten; 5, 6 Sporangien; 7 Antheridium von E. padinae.
B Streblonema sphaericum: Faden mit ein- und vielfächerigen Sporangien.
C Lithoderma fatiscens: 1 vielfächerige, 2 einfächerige Sporangien.
D Desmarestia aculeata: 1 Sproßstück im Frühling, 2 im Herbst.
E Scytosiphon lomentarius: 1 Habitus; 2 Gametangien; 3 Gameten.
F Punctaria latifolia: Querschnitt mit Gametangien und Sporangien.
G Dictyosiphon: 1 Habitus von D. foeniculaceus; 2 Längsschnitt mit Sporangien von D. chordaria.
H Leathesia: 1 L. difformis, epiphytisch auf Furcellaria concinna; 2, 3 Leathesia concinna, ein- und vielfächerige Sporangien.
J Chorda tomentosa: Habitus.
K Chordaria flagelliformis: 1 Habitus; 2 Querschnitt mit Sporangien.
L Sporochnus pedunculatus: 1 Habitus; 2 einfäch. Sporangien; 3 Kurztrieb mit Sorus.
M Cutleria: 1 Habitus von C. multifida; 2 Keimlinge; 3 Keimling des Aglaozonia-Stadiums; 4 älteres Aglaozonia-Stadium; 5 Querschnitt mit Zoosporangien; 6 Makrogametangium (Oogonium); 7 Mikrogametangium (Antheridium); 8 Zygote sofort nach der Befruchtung; 9 weiblicher Gamet vor der Befruchtung.
N Sphacelaria olivacea: 1 kriechender vegetativer Sproß mit aufrechten fertilen Sprossen; 2 Brutkörner.
O Cladostephus verticillatus: 1 Habitus; 2 Querschnitt mit Gametangien.
P Tilopteris Mertensii: 1 vielfächerige, 2 einfächerige Sporangien; 3, 4 verschiedene Formen der Monosporangien von Haplospora globosa.
Q Padina pavonia: 1 Habitus; 2 Querschnitt mit Sporangien.
R Dictyota dichotoma: 1 Habitus; 2 Sporangien; 3 Oogonien; 4 Antheridien.

Tange.

A) Laminaria saccharina
1) Habitus, 2) Sporangien.

B) Laminaria Cloustoni
1) Habitus, 2) Schleimgänge mit Sekretzellen.

C) Lessonia fuscescens.

D) Nereocystis Lütkeana.

E) Macrocystis angustifolia.

F) Macrocystis pyrifera.
1) Habitus, 2) Siebzellen.

G) Thalassiophyllum clathrus.

H) Agarum Turneri.

J) Alaria oblonga.

K) Egregia Menziesii.

L) Fucus vesiculosus
1) Habitus, 2) weibliches Konzeptakulum, 3), 4) Oogonium, 5) Befruchtung des Eies, 6) männliches Konzeptakulum, 7) Antheridienstand, 8) Antheridien mit Spermatozoiden, 9) Keimling.

M) Ascophyllum nodosum.

N) Halidrys siliquosa.

O) Cystoseira crinita.

P) Cystoseira abrotanifolia.

Q) Scytothalia dorycarpa.

R) Sargassum linifolium.

S) Turbinaria spec.

T) Hormosira Banksii.

U) Marginaria Urvilliana.

V) Himanthalia lorea.

W) Seirococcus axillaris.



Tange.

Algengattung, die man Aglaozonia nannte. Die geschlechtliche Generation besteht hingegen aus aufrechten, fächerförmig angeordneten, tief geteilten Bändern, die mittels einer Haftscheibe an dem Substrat befestigt sind (Abb. 12, M 1); sie entwickelt sich aus den Zoosporen, indem der Keimling die Form eines langbewimperten Trichters annimmt (Abb. 12, M 2), aus dem durch Längsrisse und Lappenbildung die endgültige Form hervorgeht. Aus der Zygote entwickelt sich wieder eine Aglaozoniaform, freilich erst, nachdem der Keimling einen Ansatz zu aufrechtem Wachstum gemacht hat (Abb. 12, M 3). Aber ein regelmäßiger Generationswechsel scheint doch nicht vorzuliegen, denn manchmal erzeugen Zygoten erst sekundär Aglaozonien, d. h. als Auszweigungen von Zwergcutlerien, und auch unbefruchtete Sporen (Parthenosporen) vermögen Cutleriakeimlinge zu erzeugen.

Die Familie der **Sphacelariaceae** oder **Brandspitzen-Tange** ist durch das Vorhandensein deutlicher Scheitelzellen am Ende der aufrechten Sprosse charakterisiert, welch letztere von einem basalen scheibenförmigen Körper ausgehen (Abb. 12, N 1). Die Zellteilung beginnt hier also in Form eines Zellfadens, aus dem in den meisten Fällen später durch Längsteilungen ein Zellgewebe entsteht; auch nachträgliche Berindung dieser Sprosse kommt vor. Die Fortpflanzungsorgane, einzellige Sporangien sowohl als vielzellige Gametangien, sitzen, von Stielen getragen, an Auszweigungen des Vegetationskörpers (Abb. 12, O 2); häufig bilden sie sogar an besonderen Kurztrieben ganze Sporangienstände (Abb. 12, N 1). Zuweilen findet außerdem eine vegetative Vermehrung durch Ablösung steriler Sproßabschnitte sowie durch Brutknospen (Abb. 12, N 2) statt.

Von den etwa zehn, meist aus wenigen Arten bestehenden, sämtlich meerbewohnenden Gattungen ist die artenreichste die in allen Meeren vertretene Gattung Sphacelaria oder Brandspitzen-Tang, die gewöhnlich als dichte kleine Rasen oder fast kugelige Ballen auftritt, und deren Basalscheiben oft sogar in dem Gewebe anderer Algen stecken. Hübsch federartig zweizeilig gegliedert sind die aufrechten Sprosse bei Chaetopteris plumosa, dem Borstenfeder-Tang (Taf. 4, R), während Cladostephus verticillatus, der Wirtelzweig-Tang, wirtelig stehende Kurztriebe aufweist. Beide Gattungen sind in nordischen Meeren weit verbreitet und finden sich z. B. auch bei Helgoland.

Die Familie der **Laminariaceae** oder **Blatt-Tange** umfaßt die größten existierenden Meeresgewächse; durch ihre Gliederung in Wurzeln, Stengel und Blätter nachahmende Gewebe erinnern viele von ihnen einigermaßen an höhere Gewächse. Gewöhnlich wird zuerst eine Haftscheibe gebildet (Taf. 5, D), die aber später meist durch faserartige oder wurzelähnliche, aus der Basis des Stammes herauswachsende Haftorgane, sogenannte Krallen oder Klauen, verdrängt und ersetzt wird (Taf. 5, A^1, B^1, F^1, H, I); bei Saccorhiza und Phyllaria bleiben indessen glockenförmige Verbreiterungen der Stammbasis dauernd bestehen und dienen wohl den Haftorganen als Schutz gegen die Wogen. Die Krallen haften übrigens häufig so fest an der Unterlage, daß es nicht gelingt, sie abzureißen, ohne dabei die Unterlage zu zertrümmern. Die aufrechten Sprosse wachsen nicht durch Verlängerung der Spitzen mittels Scheitelzellen, sondern durch Streckung tiefer liegender Partien, interkalar; später beschränkt sich die Teilungsfähigkeit auf bestimmte lokalisierte Stellen des Sprosses, und hier beginnt auch die Neubildung der blattartigen Organe, durch die dann schließlich die alten, darüberbefindlichen Blätter abgeworfen werden (Taf. 5, B^1). Die Länge und Gestalt der Stämme ist recht verschieden. Manchmal ganz kurz und fadendick, sind sie oft mehrere Meter lang und von Finger- bis Armdicke, rund oder abgeflacht, zuweilen der Länge nach gerippt oder geflügelt, hohl oder solide, steif oder biegsam. Bei einigen Gattungen, z. B. bei Nereocystis (Taf. 5, D), endigt der Stamm in einer großen Luftblase. Lessonia (Taf. 5, C) hat schenkeldicke, Macrocystis (Taf. 5, E, F^1) oft mehrere hundert Meter lange

Stämme und wetteifert an Größe mit den längsten Phanerogamenstämmen, den Rotangarten oder Kletterpalmen.

Das Gewebe der Stämme zeigt deutliche Differenzierung: einer Rindenschicht von kleinen, flachen Zellen folgen nach innen zu größere isodiametrische, dann gestreckte, dickwandige, getüpfelte, oft durch Querwandungen geteilte Zellen; den innersten Abschnitt des Zentralkörpers nehmen schmale, durch Verschleimung der Wände voneinander getrennte Zellreihen oder Schläuche ein, die bei Macrocystis (Taf. 5, F[2]) durch Siebplatten miteinander in Verbindung stehen, während das Mark meist von einem Gewirr von Fäden gestreckter Zellen (Markfäden) gebildet wird, die ihrerseits wieder durch Verbindungsfäden miteinander kommunizieren, und deren verbreiterte Querwände häufig siebplattenartig durchbrochen sind. Durchzogen wird das Gewebe noch von schlauchförmigen Zellen, Hyphen. Bei manchen Arten kann man deutlich konzentrische Ringe unterscheiden, die durch verschiedenartige Ausbildung der Zellelemente der Schichten entstanden sind. Man vergleicht sie mit Jahresringen, weiß aber bisher nicht, welche Art von Periodizität die Verschiedenartigkeit der Zellen hervorruft. Häufig finden sich unterhalb der Epidermis röhren- oder schlauchförmige, zuweilen miteinander verbundene Schleimgänge, die teilweise von sehr kleinen, von der Umgebung abweichenden Sekretzellen begleitet werden (Taf. 5, B[2]).

Sehr große Verschiedenheit zeigt das sogenannte Laub, d. h. die blattartigen Verbreiterungen, bei den Gattungen dieser Familie; bald sind die Abschnitte linealisch bzw. riemenförmig, bald lanzettlich oder elliptisch, zuweilen sogar nierenförmig oder, wie bei Thalassiophyllum, dem Spitzen-Tang (Taf. 5, G), nach Art von Tüten eingerollt. Auch die Länge und Breite der Blätter ist recht verschieden: Alaria fistulosa, der röhrige Flügel-Tang, hat Blätter von beinahe 18 m Länge, die also sämtliche Phanerogamenblätter übertreffen, Laminaria Bongardiana besitzt Blätter von über 1 m Breite. Die Blatt-Tange sind meist von derber, lederiger Struktur und ganzrandig, öfter aber auch später mehr oder weniger zerschlitzt (Taf. 5, A[1]), zuweilen am Rande gezahnt (Taf. 5, E) oder gewimpert oder handförmig geteilt bzw. nachträglich zerschlitzt (Taf. 5, B[1], D), zuweilen durch nachträgliche Auflösung von Gewebspartien geradezu gefenstert bzw. gitterförmig durchbrochen (Taf. 5, G, H). Auch gefiederte Blattspreiten kommen vor, ja bei Egregia (Taf. 5, K) haben diese Seitensprossungen sogar vierfache Gestalt, indem neben zungenförmig ebenen auch ebenso geformte gerippte (fertile), fadenförmige und blasentragende Blättchen vorkommen. Während der Stamm häufig, z. B. bei Laminaria (Taf. 5, A), nur eine einzige endständige Spreite trägt, hat er in anderen Fällen zahlreiche endständig büschelig (Taf. 5, D) bzw. mehrfach gabelig (Taf. 5, S) oder seitenständig fiederig (Taf. 5, I) angeordnete Blätter, die zuweilen sogar von einer gestielten Luftblase getragen werden (Taf. 5, E).

Die Vermehrung geschieht bei kriechenden Arten auch vegetativ durch sukzessives Absterben der hinteren Teile des kriechenden Sprosses, im allgemeinen aber nur durch einfächerige Sporangien, die in Masse zwischen außen verschleimten, langgestreckten Zellen (sogenannten Paraphysen) stehen (Taf. 5, A[2]). Sie bedecken, meist unregelmäßige Flecke bildend, große Partien der Blätter, bei Saccorhiza hingegen die krausen Stammflügel.

Von den etwa 20 Gattungen, die meist nur wenige Arten umfassen, kommen nur einige in wärmeren Gebieten vor; die meisten leben im nördlichen Großen Ozean, darunter Thalassiophyllum, der Spitzen-Tang (Taf. 5, G), Agarum, der Gitter-Tang (Taf. 5, H), Egregia, der Lappen-Tang (Taf. 5, K), ebenso die meisten Arten von Alaria, dem Flügel-Tang (Taf. 5, J), von dem manche Arten den Tschuktschen als Nahrungsmittel dienen, wie anderseits die nordatlantische, aber südlich bis Frankreich sich ausbreitende Alaria esculenta besonders auf den Faröern gegessen wird. Der gigantische

Pelagophycus, der Meerriesen-Tang, Lessonia, der Riesen-Tang (Taf. 5, C), und Macrocystis, der Riesenblasen-Tang (Taf. 5, F), finden sich ebenfalls im nördlichen Großen Ozean, wenn auch die beiden letzten Gattungen besonders für den südlichen Großen Ozean und die antarktischen Meere charakteristisch sind.

Für die europäischen Meere kommt neben Alaria, dem Flügel-Tang, Phyllaria, dem Glockenwurzel-Tang, und Saccorhiza, dem Sackwurzel-Tang, nur noch Laminaria, der Riemen-Tang (Taf. 4, A und Taf. 5, A, B), in Betracht, der einen beträchtlichen Teil der Tangwiesen der Nordsee ausmacht, aber seine größte Ausbildung im Nördlichen Eismeer und im nördlichen Großen Ozean erlangt. Bei Helgoland trifft man vor allem den schmalblätterigen Zucker-Riemen-Tang, L. saccharina, den breitblätterigen eingeschnittenen Palmen-Riemen-Tang, L. hyperborea, und den fingerförmig zerschlitzten Finger-Riemen-Tang, L. digitata. Diese Gattung wird namentlich in Ostasien, besonders von den Chinesen und Japanern, viel als Nahrungsmittel benutzt; der Tang wird geröstet und kandiert, auch fein zerschnitten zu Kuchen verarbeitet. Außerdem dient er zum Zuckern von Suppen, Reis usw.; er enthält nämlich viel Mannit, der auch daraus hergestellt wird. Aus der Asche wird, ebenso wie aus Fucus-Arten an den atlantischen Küsten Europas, Jod gewonnen. In großer Menge verwendet man den Tang auch als Düngemittel sowie als Viehfutter.

Reihe 2:
Akinetosporeae oder Ruhespor-Tange.

Diese Reihe besteht nur aus zwei kleinen, ganz wenige Gattungen und Arten umfassenden Familien.

Die Familie der **Tilopterideae** oder **Vielfrucht-Tange** zeichnet sich durch eigenartige Fortpflanzungsverhältnisse aus. Man unterscheidet vielfächerige Sporangien mit Schwärmzellen, die bei einigen Arten jedenfalls ohne Kopulation keimen (Abb. 12, P 1), und anderseits einfächerige Sporangien (Abb. 12, P 2), die bei der Reife nur je eine unbewegliche, nackte Zelle hervorbringen (Abb. 12, P 2, 3); bei einigen Arten gibt es aber einfächerige Sporangien, die Zoosporen entlassen, und bei Haplospora globosa kommen neben den gewöhnlichen einzelligen sitzenden Sporangien (Abb. 12, P 3) gestielte (Abb. 12, P 4) vor, die je eine unbewegliche, aber von einer Wand umkleidete und vier Kerne enthaltende Spore entlassen. Wie diese verschiedenen Formen zu deuten sind, ist noch unklar.

Die wenigen artenarmen Gattungen bewohnen nur arktische Gebiete und den nördlichen Atlantischen Ozean. Es sind kleinere, verzweigt fadenförmige, an Ectocarpus erinnernde Algen mit abwechselnden oder gegenständigen Seitensprossen und oft in Haftscheibchen endenden Wurzelfäden, während die Sprosse größtenteils einfache Zellreihen darstellen, die bei Tilopteris aber im unteren Teil infolge sekundärer Längsteilung zu Zellsträngen werden.

Die Familie der **Choristocarpaceae** oder **Brutknospen-Tange** besitzt ein- und vielfächerige, Zoosporen bildende Sporangien sowie außerdem keulenförmige, zuweilen mehrzellige Brutknospen, aus denen manchmal nur der Inhalt ausschlüpft, die also vielleicht den unbewegliche Sporen entlassenden einzelligen Sporangien der vorigen Familie homolog sind. Manche Forscher stellen diese Familie aber zu den Sphacelariaceae. Die Familie umfaßt kleine epiphytische, aus wenig verzweigten Zellfäden bestehende Algen — zwei Gattungen mit je einer Art im Mittelmeer —, die durch Teilung der Scheitelzelle wachsen.

Reihe 3:
Cyclosporeae oder Kugelsporen-Tange,

besteht aus den beiden Familien der Dictyotaceae und Fucaceae, von denen erstere oberflächliche Sexualorgane und daneben noch ungeschlechtliche Vermehrung, letztere nur geschlechtliche, aber eingesenkte Fortpflanzungsorgane hat.

Die Familie der **Dictyotaceae** oder **Netz-Tange** umschließt etwa zehn großenteils in den wärmeren Meeren verbreitete Gattungen. Es sind meist mittelgroße, zuweilen von Kalk inkrustierte, dünn- oder derbhäutige Algen mit flachen, gabelig (Abb. 12, R 1), fiederig, hand- oder fächerförmig (Abb. 12, Q 1) verzweigten Sprossen; die australische Lobospira besitzt sogar hakenförmig gekrümmte oder eingerollte Zweigspitzen. Die Haftorgane bestehen aus einfachen oder verzweigten Gliederfäden und treiben häufig zackige Saugfortsätze. Die Sprosse selbst stehen entweder aufrecht und entspringen dann oft einer kriechenden Grundachse, oder sie sind flach ausgebreitet; die Verzweigung geschieht gewöhnlich durch Gabelung der Scheitelzelle oder der Scheitelkante. Als ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane dienen die auf der Oberfläche des Sprosses meist in der Nähe von Haarbüscheln sitzenden Tetrasporangien (Abb. 12, Q 2, R 2), die bei Padina zu konzentrischen Kreisen, bei Dictyota zu punktförmigen Gruppen vereinigt sind. Sie entwickeln vier wie die Tetrasporen der Florideen angeordnete Tochterzellen, die als membranlose Aplanosporen die Mutterzelle verlassen; man stellt sie in Parallele zu den einfächerigen Sporangien der Phaeosporeae. Die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane sind gleichfalls oberflächlich gelagert und meist zu Gruppen (Sori) vereinigt. Die Oogonien (Abb. 12, R 3) enthalten je eine bewegungslose Eizelle, während die Antheridien (Abb. 12, R 4) viele männliche Geschlechtszellen enthalten, an denen man neuerdings, wenigstens bei einigen Arten, eine selbsttätige Bewegung vermittelst einer Geißel festgestellt hat; ebenso hat man beobachtet, daß sie unter gewissen Bedingungen auf die aus den Oogonien entleerten Eier losstürzen und sie befruchten. Aber auch bei den unbefruchteten Eiern konnte man wenigstens die ersten Stadien der Keimung konstatieren.

Bei uns ist nur der Gabelzungen-Netz-Tang, Dictyota dichotoma (Abb. 12, R), häufig, z. B. bei Helgoland, der übrigens auch im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean verbreitet ist, während eine andere Art, D. fasciola, der bandförmige Netz-Tang, im Mittelmeer einen Teil des als Heilmittel verwendeten Wurmmooses (vgl. S. 34) ausmacht. In ähnlicher Weise wird übrigens auch der vom Mittelmeer bis Amerika verbreitete, durch fächerförmigen Thallus ausgezeichnete Pfauen-Tang, Padina pavonia (Abb. 12, Q), benutzt. Auch die durch blattartiges Laub mit Rippe und Netzadern ausgezeichnete Gattung Dictyopteris, der Blatt-Netz-Tang, findet sich in einer Art, D. polypodioides, dem farnartigen Blatt-Netz-Tang, im Mittelmeer.

Die Familie der **Fucaceae** oder **Leder-Tange** ist neben den Laminariaceae die wichtigste Abteilung der Braunalgen, ja man kann wohl sagen der Meeresalgen überhaupt, da hierher die verbreitetsten und am massenhaftesten auftretenden Tangarten gehören. Während aber die Blatt-Tange mehr die kühleren Gebiete und den Großen Ozean bewohnen, sind die Leder-Tange großenteils Bewohner wärmerer Gegenden, speziell des südlichen Atlantischen Ozeans und der australischen Meere, wenngleich auch bei uns eine Anzahl Gattungen vorkommt. Es sind meist stattliche Gewächse: manche Arten, z. B. Durvillea utilis, gehören zu den größten Meerespflanzen; andere bedecken weithin den Meeresboden, wie z. B. Fucus, der unterhalb der Flutmarke unsere Felsküsten in dichten Bänken umsäumt; andere Arten wiederum treiben, durch Stürme abgerissen und durch Luftblasen gehalten, lange Zeit im Meere umher, oft durch die Meeresströmungen zu riesigen Massen angehäuft, wovon die ausgedehnten Tangwiesen des sogenannten Sargassomeeres im mittleren Atlantischen Ozean ein charakteristisches Beispiel sind. Sie dehnen sich westlich der Azoren über eine Fläche aus, die Deutschland an Größe sechsmal übertreffen soll. Nur Notheia wächst in Australien epiphytisch auf Hormosira, einem anderen Leder-Tang, und zwar siedelt sie sich in deren Geschlechtshöhlungen an.

Als Haftorgane dienen gewöhnlich Wurzelscheiben, die aber häufig noch Klammerwurzeln entwickeln. Die meist aufrechten oder flutenden, nur selten, wie bei Bifurcaria,

einem rhizomartigen Körper entspringenden Sprosse sind gewöhnlich reich verzweigt, gabelig, fiederig oder beides im Gemisch; bald lassen sich rundliche Stengel von flachen blattartigen Ausbreitungen unterscheiden, wie bei Sargassum (Taf. 5, R), bald sind die Achsen blattartig verbreitert, so bei Fucus (Taf. 5, L), bald sind Achse und Seitensprosse nur etwas abgeflacht, z. B. bei Himanthalia (Taf. 5, V). Sehr eigentümlich ist der rosenkranzartige Bau der Sprosse der australischen Gattungen Hormosira (Taf. 5, T) und Scirococcus (Taf. 5, X), die man als Perlketten-Tang und als Rosenkranz-Tang bezeichnen kann, auffallend sind auch die trichterförmigen Seitenzweige der weitverbreiteten Gattung Turbinaria (Taf. 5, S), des Trichter-Tanges. Bei der australischen Gattung Scaberia, dem Stachelschild-Tang, sind die Achsen mit schildförmigen, stachelig papillösen Kurztrieben bedeckt, das südafrikanische Splachnidium, der Schleimröhren-Tang, hat hohle, schleimerfüllte, zylindrische Sprosse und gleichartige Verzweigungen. Luftblasen sind sehr häufig, entweder an den Achsen, in Einzahl bei Ascophyllum (Taf. 5, M), in Zweizahl bei Fucus vesiculosus (Taf. 5, L), oder an der Basis der Blätter, z. B. bei der australischen Phyllospora, oder an besonderen Kurztrieben, z. B. bei Sargassum (Taf. 5, R) sowie bei den australischen Gattungen Marginaria (Taf. 5, U) und Cystophora. Besondere blasenführende, feinzerteilte sterile Blattabschnitte finden sich bei Sargassum heterophyllum, dessen fertile Blätter sich von den sterilen basalen außerdem noch unterscheiden. Bei dem im Großen und Indischen Ozean verbreiteten Cystophyllum erzeugen die Sproßzweige unten allein zur Nahrungsaufnahme bestimmte bandartige Blätter, während die feinzerteilten oberen Verzweigungen durch Schwimmblasen gehaltene Schwimmblätter darstellen. Halidrys (Taf. 4, C, und Taf. 5, N) besitzt schotenartige, durch Querwände gefächerte Blasen.

Das Wachstum des Sprosses vollzieht sich durch Teilung der in einer schleimerfüllten Vertiefung des Scheitels liegenden, also gut geschützten Scheitelzelle. Der Sproß selbst besteht aus einer Rindenschicht niedriger oder radial gestreckter Zellen, die der Assimilation dienen, und einem der Leitung dienenden Innengewebe; dieses wird gebildet von gestreckten, nach innen zu in Glieder zerfallenden und durch Verschleimung voneinander sich trennenden Zellen, die an den verbreiterten Scheidewänden siebartige Durchbrechungen zeigen (Taf. 5, F 2). Auch hyphenartige Gliederfäden treten später auf und durchdringen die verquollenen Längswände, oft in Form dichter Geflechte. Zuweilen findet auch durch nachträgliche Zellteilung der äußeren Zellagen ein sekundäres Dickenwachstum statt.

Die Vermehrung geschieht oft durch abgerissene Sproßteile, in einzelnen Fällen durch das weiterkriechende Rhizom; ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane fehlen, die geschlechtlichen dagegen sind reich entwickelt. Sie werden in besonderen, Konzeptakel oder Skaphidien genannten Höhlungen, die entweder über die ganzen Sprosse gleichmäßig verteilt oder auf besondere Sproßabschnitte beschränkt sind, erzeugt; in letzterem Falle nehmen sie meist den Charakter besonderer Organe (Rezeptakel) von ellipsoidischer oder länglicher Gestalt an (Taf. 5, L 1, M, S, Q, U). Die durch eine enge Mündung von außen zugänglichen Höhlungen enthalten neben Haarbildungen entweder nur Oogonien (Taf. 5, L 2) oder Antheridien (Taf. 5, L 6) oder auch beides zugleich; die eingeschlechtigen sind auch gewöhnlich gleichzeitig zweihäusig, d. h. es gibt männliche und weibliche Individuen. Die stets einzeln stehenden einfächerigen Oogonien sind meist kugelig oder ellipsoidisch und entwickeln 1—8 kugelige Eizellen (Taf. 5, L 3). Bei Fucus treten diese gemeinsam aus dem platzenden Oogonium heraus (Taf. 5, L 4). Die viel kleineren Antheridien sind gleichfalls einfächerig, aber von länglicher Gestalt, und stehen, zu Antheridienständen vereinigt, in großer Anzahl an

verzweigten Zellfäden (Taf. 5, L 7). Von der Innenmembran des Antheridiums umhüllt, quellen bei Fucus die zahlreichen zweiwimperigen und einen Augenfleck besitzenden Spermatozoïden daraus hervor (Taf. 5, L 8), befreien sich von der Hülle und umschwärmen die gleichfalls aus der Hülle gelösten Eizellen (Taf. 5, L 5), die dadurch häufig sogar in Rotation gebracht werden; nach wenigen Minuten, nachdem ein Spermatozoïd eingedrungen ist, verlassen die übrigen das Ei, das eindringende verschmilzt mit dem Kern, und das Ei umgibt sich alsbald mit einer Membran; der Keimling entwickelt zuerst Rhizoïden, dann beginnt eine rege Zellteilung, er nimmt keulenförmige Gestalt an und bildet auf dem Scheitel eine Vertiefung, aus der lange Haare herausragen (Taf. 5, L 9).

Der Nutzen dieser Familie besteht darin, daß die in Masse vorkommenden Arten als Düngemittel sowie ihre Asche zur Bereitung von Jod verwendet werden. Der Riesen-Leder-Tang, Durvillea utilis, soll in Chile der ärmeren Bevölkerung auch als Nahrung dienen. An unseren Küsten sind besonders häufig der Blasen-Tang, Fucus vesiculosus (Taf. 5, L), der Säge-Tang, Fucus serratus (Taf. 4, S), der Meereichen-Tang, Halidrys siliquosa (Taf. 5, N, und Taf. 4, C), der Knoten-Tang, Ascophyllum nodosum (Taf. 5, M), und der Riemen-Tang, Himanthalia lorea (Taf. 5, V). Wichtige Gattungen sind noch der Blasenketten-Tang, Cystoseira (Taf. 5, O, P), der mit mehr als 60 Arten hauptsächlich den Atlantischen Ozean und das Mittelmeer, aber auch den Indischen und Stillen Ozean bewohnt, ferner der Vielblasen-Tang, Cystophora, mit etwa 30 Arten in Australien, sowie vor allem der Beeren-Tang, Sargassum, mit über 150 Arten, von denen die meisten an den indischen, australischen und ostasiatischen Küsten vorkommen, während S. vulgare im Atlantischen Ozean gemein ist, aber zusammen mit S. linifolium (Taf. 5, R) auch ins Mittelmeer vordringt. Das Atlantische Sargassomeer ist hauptsächlich von dem an der Ostküste Nordamerikas wachsenden S. bacciferum bedeckt.

Klasse 7:

Rhodophyceae oder Rotalgen.

Diese Algen zeichnen sich durch eine rote oder violette Färbung aus, und zwar ist der Grund der, daß das Chlorophyll ihrer Chromatophoren durch einen roten, Phykoërythrin oder Rhodophyll genannten Farbstoff verdeckt wird; bei einigen Formen herrscht freilich die grüne Färbung noch vor, jedoch nicht als reine Farbe, sondern in blau- bis schwarzgrünen Nuancen. Schwärmsporen fehlen dieser Klasse, die ungeschlechtliche Fortpflanzung wird vielmehr durch bewegungslose, meist zu vieren gebildete und daher als Tetrasporen bezeichnete Sporen bewirkt, während man die seltener vorkommenden, einzeln gebildeten Sporen als Monosporen bezeichnet. Sehr mannigfaltig ist bei den Rotalgen die geschlechtliche Fortpflanzung, die durch Befruchtung unbeweglicher Oosporen oder Eizellen durch passiv bewegte männliche Geschlechtszellen, sogenannte Spermatien, ermöglicht wird. Die Zellen, in denen die Spermatien sich entwickeln, werden als Spermatangien, in ihrer Gesamtheit als Antheridien, diejenigen, in denen die Eizellen entstehen, als Oogonien bezeichnet. Die befruchtete Zelle, die Zygote, gibt zu eigenartigen Neubildungen Veranlassung, indem der aus ihr entstehende Gametophyt mit der Mutterpflanze vereinigt bleibt und unmittelbar oder mittelbar zu einem eigenartigen, Gonimoblaste genannten Körper wird, der aus Büscheln Sporen erzeugender Fäden besteht.

Der vegetative Körper der Rotalgen ist von sehr verschiedenartigem Bau; bald sind es einfache Zellreihen, bald sehr kompliziert gebaute Zellkörper; bald sind diese krusten- oder scheibenförmig, bald bandartig oder blattförmig, oder aber sie stellen Borsten, Fäden, Röhren, Blasen, Gliederketten usw. dar; bald sind sie unverzweigt, bald besitzen sie eine einfache oder komplizierte gabelige, aus einer oder vielen Achsen bestehende Verzweigung, wobei sich oftmals Lang- und Kurztriebe unterscheiden lassen. Nicht selten ähneln die Algen der Gestalt

nach Korallen, gefiederten Blättern oder Federn, wie die Abbildungen 13, 14 und 15 deutlich zeigen. Auch eine durch frei endende Zellfäden oder Einzelzellen hergestellte Behaarung ist nicht selten. In anderen Fällen tragen die Algen blattartige Anhänge, sogenannte Haarblätter. Häufig findet man faserige Wurzeläste, während die Befestigung an der Unterlage in anderen Fällen durch Haftscheiben bewirkt wird.

Auch die Größenverhältnisse sind außerordentlich verschieden: neben fast mikroskopisch kleinen Algen gibt es mehrere Meter lange Formen, wenngleich weder die minimalen Dimensionen mancher Grünalgen noch die riesenhafte Länge mancher Braunalgen von den Rotalgen erreicht werden.

Aus den Sporen geht nicht immer sofort der eigentliche Vegetationskörper hervor, sondern häufig erst eine Art Vorkeim, aus dem sich dann der endgültige Körper durch Aussprossung entwickelt. Manche Rotalgen wachsen durch Teilung einer deutlichen, zuweilen sehr großen Scheitelzelle; meist ist aber eine solche nicht erkennbar, indem entweder eine ganze Gruppe von Endzellen oder daneben auch Randzellen an dem Wachstumsprozeß sich beteiligen. Zuweilen entstehen nachträglich wie bei den Armleuchteralgen noch Berindungsfäden oder Rhizoiden, die von den Gliederzellen der Äste aus nach oben und unten dem Stengel entlang wachsen und so eine Art Rindenbildung veranlassen.

Häufig enthalten die Zellen, namentlich die langgestreckten, mehrere Zellkerne, die Chromatophoren sind meist scheibenförmig, seltener band-, platten- oder sternförmig. Die von einer feinen Außenschicht überzogene Zellmembran ist oft gallertig und quellbar, oder sie verleiht dem Gewebe eine knorpelige Struktur; in vielen Fällen wird sie durch Einlagerung kohlensauren Kalkes hart bis mörtelartig. Die Nachbarzellen sind gewöhnlich durch kreisförmige, von einer dünnen Lamelle geschlossene Tüpfel verbunden und stehen sogar durch feine Protoplasmafäden miteinander in Zusammenhang. Diese Tüpfel werden meist schon bei der Zellteilung angelegt. Zuweilen treten auch Zellen in unmittelbare und offene Verbindung miteinander.

Die Rotalgen bewohnen mit wenigen Ausnahmen das Meerwasser, manche Gattungen, wie Bangia, Chantransia und Hildenbrandia, bewohnen sowohl salziges als auch süßes Wasser, während einige wenige, wie z. B. Thorea, Lemanea, Batrachospermum, ausschließlich in Süßwasser, aber nur in schnellfließendem, vorkommen. Landformen gibt es unter den Rotalgen nicht. Die Zahl der epiphytisch auf anderen Meeresalgen wachsenden Rotalgen ist gering, einzelne Formen leben sogar endophytisch, nämlich innerhalb anderen Algen.

Im allgemeinen nehmen die Rotalgen im Meere in der Tiefe an Reichhaltigkeit zu, was darauf zu beruhen scheint, daß hier der Wettbewerb der grünen Algen ausgeschaltet ist, weil die von diesen verarbeiteten roten Lichtstrahlen infolge der Absorption durch das Meerwasser nicht so tief hinabdringen. Auch die Braunalgen scheinen noch von den roten Lichtstrahlen abhängig zu sein, während die grünen, von den Rotalgen benutzten Strahlen noch tief in das Meer einzudringen vermögen.

Die Rotalgen sind in allen Meeren verbreitet, aber am stärksten in den gemäßigten Zonen beider Hemisphären. Bei der zarten Struktur dieser Algen ist es kein Wunder, daß man über ihre Verbreitung in früheren Zeiten wenig weiß, obgleich einige Gattungen im älteren Tertiär nachgewiesen worden sind. Merkwürdiger ist, daß auch die so charakteristischen und für fossile Erhaltung so geeigneten Kalkalgen sich nur bis zum Untertertiär finden, freilich aber in den Tertiärablagerungen häufig massenhaft auftreten; es ist das wohl ein Beweis, daß diese Gruppen in der Tat neuere Auszweigungen der Algen darstellen.

Über die Entstehungsgeschichte der Rotalgen ist man noch wenig im klaren; man

vermutet, daß sie den Grünalgen entsprossen sind, vielleicht in der Gegend der Coleochäten. Daß sich aus den Rotalgen wiederum Pilze, und zwar Askomyzeten, entwickelt haben, ist trotz mancher Analogien in der Fruchtbildung und im Thallusaufbau äußerst unwahrscheinlich, schon wegen der kaum Übergänge zulassenden Lebensweise und dem mutmaßlich viel höheren geologischen Alter der Askomyzeten.

Die etwa 300 Gattungen umfassende Klasse der Rotalgen zerfällt in zwei sehr ungleich große Unterklassen, nämlich in die nur eine Familie umfassenden Bangiales und die aus 20 Familien bestehenden Floridales.

Unterklasse 1:

Bangiales oder Purpur-Rotalgen.

Diese kleine Rotalgengruppe zeichnet sich dadurch aus, daß weder die ungeschlechtlichen noch die geschlechtlichen Fortpflanzungszellen in besonderen Geschlechtsorganen erzeugt werden. Die Sporen entstehen einzeln in den durch Teilungen verkleinerten Zellen des Thallus. Die einzige mit Bestimmtheit hierhergehörende Familie ist die der **Bangiaceae** oder **Purpur-Rotalgen.** Die wenig zahlreichen Arten der vier Gattungen besitzen teils einen fadenförmigen, aus einer oder später mehreren Zellreihen gebildeten, teils einen blattförmigen Thallus. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet statt durch Freiwerden der nackten Teilprodukte der Zellen des Thallus, die sich zuerst in der Art von Amöben aktiv fortbewegen, später aber, nachdem sie sich mit einer Zellhaut umgeben haben, nur passiv beweglich sind. Die geschlechtliche Fortpflanzung vollzieht sich durch Aplanogameten, indem kleine, membranlose Spermatien mit den größeren Eizellen kopulieren; nachdem erstere passiv zu diesen hingetragen worden sind, durchbohren sie vermittelst eines kurzen Keimschlauches die Zellwand der Eizellen (Abb. 13, A 3). Die fast farblosen Spermatien entwickeln sich ähnlich wie die ungeschlechtlichen Sporen aus den Thalluszellen, und zwar durch mehrfache Zweiteilung (Abb. 13, A 1, B 1) oder durch Abspaltung kleinerer Nebenzellen von ihnen. Nach der Befruchtung tritt die Zygote entweder direkt als membranloser, zuerst etwas amöboid beweglicher Körper aus der Mutterzelle heraus, oder erst, nachdem sie sich durch Teilung in einen mehrzelligen Körper (Abb. 13, A 2, B 2) verwandelt hat.

Die wichtigste Gattung ist Bangia, die Purpurfaden-Rotalge (Abb. 13, A), mit fadenförmigem Thallus, die in wenigen Arten im Meerwasser weit verbreitet ist, während B. atropurpurea sich hier und da in Bächen und Quellen in Europa und Nordamerika findet. Die Gattung Porphyra, die Purpurblatt-Rotalge (Abb. 13, B), hat einen blattartigen Thallus, der aus einer oder zwei Schichten besteht. Einige Arten dieser Gattung, z. B. P. laciniata, sind an den Küsten Europas weit verbreitet, wo sie leicht kenntlich sind durch ihre Ähnlichkeit mit den breiteren Meerlattich- oder Ulva-Arten, von denen sie sich aber durch die purpurrote Farbe unterscheiden.

Unterklasse 2:

Floridales oder Florideen.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet bei den Florideen durch unbewegliche Sporen statt, die meist zu vieren, als Tetrasporen, in besonderen Behältern, Tetrasporangien, auf oder in der Thallusrinde zur Entwickelung gelangen; sie sind meist in Form eines Tetraeders, zuweilen aber auch paar- oder reihenweise angeordnet. Besondere Verdickungen des Thallus zur Entwickelung von Tetrasporangien werden als Nemathezien bezeichnet. Die geschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Kopulation von Aplanogameten, die in besonderen Behältern, den Antheridien und Karpogonien, gebildet werden. Die der Form nach recht mannigfaltigen Antheridien enthalten an ihrer Oberfläche angeordnet



Abb. 13: Rotalgen (Rhodophyceae) I.

A Bangia atropurpurea: 1 In Spermatien zerfallende Zelle des männlichen Fadens; 2 Sporenbildung der befruchteten Eizelle; 3 Befruchtung der Eizellen durch Spermatien.

B Porphyra laciniata: 1 Stück des Thallus während der Spermatienbildung; 2 Sporenbildung der befruchteten Eizelle.

C Lemanea catenata: Habitus.

D Lemanea nodosa: 1 Teil des Algenfadens mit bandartig angeordneten Antheridien; 2 L. australis: Spermatangien mit ihren Tragzellen; 3 L. torulosa: Trichogyn, von zwei Spermatien befruchtet, nach unten einige Karpogonäste; 4 dasselbe, aber die Karpogonäste schon weiter entwickelt und Sporen bildend.

E Batrachospermum moniliforme: 1 Habitus; 2 Karpogonast; 3 Antheridien; 4 Trichogyne mit Hüllfäden.

F Thorea ramosissima: 1 Habitus; 2 Monosporangien und Rindenhaare; 3 durchwachsenes Monosporangium.

G Chantransia corymbifera: 1 Habitus eines Zystokarpien tragenden Exemplares; 2 Oogonien mit Trichogyne; 3 Trichogyne mit anhaftenden Spermatien; 4 Karposporenbündel; 5 Monosporangien.

H Nemalion multifidum: 1 Oogonium mit Spermatien an der Trichogyne sowie Karpogonast; 2 Karposporenbündel.

J Scinaia furcellata: 1 Teil der Alge; 2 Oogonium mit Trichogyne; 3 Zystokarp.

K Chaetangium magnificum: Habitus.

L Gelidium corneum: 1 Habitus; 2 G. japonicum: Fruchtzweig; 3 G. cartilagineum: Zystokarp im Durchschnitt; 4 alter Fruchtzweig.

M Acanthopeltis japonica: 1 Habitus; 2 Zweigstück, vergrößert; 3 Scheibe und Zystokarpien, vergrößert; 4 Rand der Scheibe, noch mehr vergrößert.

N Gigartina mamillosa: 1 mit Zystokarpien enthaltenden Warzen; 2 G. Teedii: Durchschnitt des Thallus mit Tetrasporangien.

O Phyllophora Brodiaei: 1 mit Polstern des parasitischen Actinococcus roseus; 2 Durchschnitt durch den Thallus der Alge und des Parasiten.

P Cystoclonium purpurascens: 1 Habitus; 2 Oogonium mit Trichogyne.

Q Eucheuma spinosum: 1 Habitus.

R Callymenia: 1 Habitus; 2 Zystokarp im Durchschnitt.

die Spermatangien, kleine Zellen, die je ein erst spät mit einer Wand versehenes Spermatium umschließen, das passiv dem weiblichen Geschlechtsapparat zugeführt wird. Letzterer besteht aus einer einzigen Eizelle, die nach oben zu in ein langes, dünnes, haarartiges Rohr, Trichogyn oder Empfängnishaar, ausläuft. Dieses letztere fängt die Spermatien auf und vermittelt die Befruchtung der Eizelle. Aus der Zygote, der befruchteten Eizelle, wachsen büschelförmig verzweigte Zellfäden entweder unmittelbar heraus, oder erst, nachdem die Eizelle mittels eines Fortsatzes sich mit einer sogenannten Auxiliarzelle oder Nährzelle kopuliert hat, aus der letzteren; zuweilen wachsen auch mehrere manchmal verzweigte Zellfäden, sogenannte Karpogon-Zellfäden oder Karpogonäste, aus der Eizelle heraus, die sich erst büschelförmig verzweigen, nachdem sie sich mit Auxiliarzellen ohne Vereinigung der Zellkerne verbunden haben. Karpogonäste und Auxiliarzellen sind in diesem Falle oft zu besonders gestalteten Prokarpien verbunden. Die auf die eine oder andere Weise entstandenen Büschel sporenbildender Fäden, die Gonimoblasten, die manchmal in Teilbüschel, Gonimoloben, zerfallen, entwickeln als Endzellen oder zuweilen auch als Gliederzellen die Karposporen, d. h. die nur passiv beweglichen, zuerst wandlosen, später von einer Zellhaut umgebenen Fortpflanzungszellen. Die Gonimoblasten sitzen bald außen auf dem Thallus, zuweilen von blattartigen Thallusanhängen umhüllt, bald im Thallus eingesenkt und dann oft von ihm auch außen mehr oder weniger bedeckt. Zuweilen dienen besonders umgeformte Sprosse der Alge lediglich der Ausbildung der Gonimoblasten; sie werden dann als Zystokarpien bezeichnet.

Die Florideen zerfallen je nach der Entwickelung der Gonimoblasten in vier verschiedene Reihen, indem bei den Nemalionales die Gonimoblasten unmittelbar aus der Zygote entstehen, bei den Gigartinales und Rhodymeniales aus der Auxiliarzelle, bei den Cryptonemiales aus Zellen der Karpogonäste nach Verschmelzung mit Auxiliarzellen. Die Gigartinales und Rhodymeniales unterscheiden sich dadurch, daß bei letzteren die Auxiliarzellen sich meist erst nach der Befruchtung ausbilden. Es sind dies freilich Unterscheidungsmerkmale, die praktisch schwer zu verwerten und als biologische Anpassungserscheinungen wohl auch von keiner so grundlegenden Bedeutung sind, daß man daraufhin systematische Gruppen höherer Ordnung aufstellen könnte. In Ermangelung einer besseren Einteilung muß man sich aber vorläufig hiermit abfinden.

Reihe 1:

Nemalionales oder Glattfaden-Rotalgen.

Hierzu rechnet man fünf Familien: die Lemaneaceae, Helminthocladiaceae, Thoreaceae, Chaetangiaceae und Gelidiaceae.

Die Familie der **Lemaneaceae** oder **Gliederfaden-Rotalgen** zeichnet sich durch Gonimoblasten aus, die von freien, sich in dem Thallus verbreitenden Zellfäden gebildet werden (Abb. 13, D 3, 4), während die Antheridien in bandartiger (Abb. 13, D 1) oder sich als Flecke darstellender Anordnung die Verdickungen des Thallus bedecken; sie bestehen aus an der Oberfläche gebildeten, nebeneinandersitzenden Spermatangien (Abb. 13, D 2). Es sind Süßwasserpflanzen, die aber nur kühle, schnellfließende Bäche bewohnen. Neben zwei amerikanischen, aus je einer Art bestehenden Gattungen ist nur Lemanea, die Gliederfaden-Rotalge, von Bedeutung, die auch in mehreren Arten bei uns vorkommt; sie bildet knotig gegliederte, hohle, meist unverzweigte Fäden (Abb. 13, C), die aus verzweigten feinfädigen Vorkeimen hervorsprießen.

Die Familie der **Helminthocladiaceae** oder **Wurmfaden-Rotalgen** besitzt dem Thallus außen aufsitzende oder in ihm eingesenkte Gonimoblasten, deren Büschel von

gedrungen stehenden Karpogonästen gebildet werden (Abb. 13, G 4, H 2); meist werden nur die Endzellen dieser Äste zu Sporen; eine besondere Fruchthülle existiert nicht.

Von den vier Unterfamilien zeichnen sich die Batrachospermeae durch wirtelig angeordnete Kurztriebe aus (Abb. 13, E 1), während die Chantransieae aus unregelmäßig verzweigten Zellfäden bestehen (Abb. 13, G 1); beide wachsen durch Querteilung der Scheitelzelle. Erstere bewohnen süßes Wasser, letztere teils salziges, teils süßes Wasser, während die dritte und vierte Unterfamilie, die Nemalieae und Dermonemeae, reine Meerbewohner sind und keine gesonderten Scheitelzellen erkennen lassen.

Die Gattung Batrachospermum oder Froschlaichalge bewohnt in etwa 40 Arten namentlich schnellfließende Bäche und ist auch bei uns, besonders durch die Art B. moniliforme (Abb. 13, E), vertreten. Die durch die schleimigen Quirläste dem Froschlaich etwas ähnlichen Algenfäden entspringen verzweigt-fädigen Vorkeimen, die von wenigen Zellen gebildeten Antheridien (Abb. 13, E 3) entwickeln sich an dem Ende von Vorkeimen, die Trichogynen sind flaschenförmig und von einigen Hüllfäden umgeben (Abb. 13, E 4), die Karpogonäste (Abb. 13, E 2) reich verzweigt.

Die Gattung Chantransia oder Büschel-Rotalge besteht aus kleinen büschel- oder rasenförmigen, oft epiphytisch wachsenden Algen des süßen und salzigen Wassers; manche nicht fruchttragende Formen haben sich als Vorkeime von Lemanea und Batrachospermum herausgestellt. Karposporen und deren Entwickelung kennt man nur von Ch. corymbifera (Abb. 13, G 1—4); im übrigen sind noch Monosporangien (Abb. 13, G 5) und Tetrasporangien bekannt, in einzelnen Fällen sogar an denselben Sprossen.

Während die Unterfamilie der Dermonemeae nur aus einer zwei Arten umfassenden Gattung tropischer Meere besteht, gehören zu den Nemalieae außer der in den Tropen und im Mittelmeer verbreiteten Gattung Liagora noch die bei uns im Meere häufigen Gattungen Nemalion, die Glattfaden-Rotalge (Abb. 13, H), Helminthocladia, die Wurmfaden-Rotalge, und Helminthora, die Wurm-Rotalge, Algen mit stielrundem, verzweigtem gallertigen Thallus; am häufigsten sind Nemalion lubricum und multifidum, die schlüpfrige und die vielspaltige Glattfaden-Rotalge.

Bei der Familie der **Thoreaceae** oder **Gallertfaden-Rotalgen** entwickeln sich die Gonimoblasten an einem Prothallium aus lockerem Fadengeflecht. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Monosporen; diese bilden sich in Sporangien, die an kurzen Seitenzweigen der Rindenhaare stehen (Abb. 13, F 2); nach Entleerung der Sporangien findet häufig eine Durchwachsung der leeren Zellhülle statt (Abb. 13, F 3).

Die einzige Gattung der Familie, Thorea, die Gallertfaden-Rotalge, umfaßt ein halbes Dutzend in raschfließenden Gewässern lebender Arten, deren stielrunde, verzweigte und dichtbehaarte Fäden sich schlüpfrig-gallertig anfühlen und im Inneren eine deutlich differenzierte Markschicht erkennen lassen. Die bei uns häufigste Art ist Th. ramosissima (Abb. 13, F 1).

Die Familie der **Chaetangiaceae** oder **Senkfrucht-Rotalgen** besitzt gedrungene, dem Thallus eingesenkte und von einer derberen Hüllschicht (Fruchtgehäuse) umgebene Gonimoblasten; die Gehäuse lassen oft nur ein kleines Loch nach außen hin frei (Abb. 13, J 3); es sind also wirkliche Zystokarpien.

Diese meist verzweigten, stielrunden (Abb. 13, J 1) oder abgeflachten, zuweilen aufgeblasenen (Abb. 13, K) Algen zerfallen in fünf Gattungen, von denen zwei mehr oder weniger verkalkte Zellwände haben, darunter die in wärmeren Meeren verbreitete Gattung Galaxaura; Chaetangium (Abb. 13, K) ist mit etwa zehn Arten auf die südlichen Meere beschränkt, während Scinaia (Abb. 13, J) auch bis zum Mittelländischen Meer und Atlantischen Ozean vordringt.

Die Familie der **Gelidiaceae** oder **Hart-Rotalgen** hat Gonimoblasten, deren Karpogonäste sich weithin verzweigen und sich häufig mit Zellen des Thallus oder besonders gestalteten Auxiliarzellen vereinigen; die Endverzweigungen der Karpogonäste stellen ein Hymenium dar, auf dem die Karposporen endständig gebildet werden.

Die 14 meist nur aus einzelnen Arten bestehenden Gattungen bewohnen größtenteils ausschließlich die wärmeren Meere. An den europäischen Küsten wächst neben einigen epiphytischen Arten vor allem die

Gattung Gelidium oder Hart-Rotalge (Abb. 13, L). Der Thallus ist meist verzweigt, stielrund oder abgeflacht und von fester und zäher Struktur; bei der japanischen Acanthopeltis oder Scheibenglied-Rotalge (Abb. 13, M) stellen die Verzweigungen übereinandersitzende Scheiben dar. Die Zystokarpien bilden gewöhnlich gesonderte Auszweigungen, die sogar häufig an besonderen Fruchtästen stehen (Abb. 13, L 2—4, M 3—4).

Reihe 2:

Gigartinales oder Karragheen-Rotalgen.

Diese Rotalgengruppe umfaßt die drei Familien der Acrotylaceae, Gigartinaceae und Rhodophyllidaceae.

Die Familie der **Acrotylaceae** oder **Hohlfrucht-Rotalgen** besteht nur aus drei Gattungen mit je einer Art. Alle sind Bewohner südlicher Meere; ihre Gonimoblasten umkleiden hymeniumartig Höhlungen des abgeflachten, aufrechten, gabelig verzweigten Thallus.

Die Familie der **Gigartinaceae** oder **Karragheen-Rotalgen** hat ordnungslos von der Auxiliarzelle aus sich im Gewebe verbreitende Gonimoblasten. Die Endzellen, zuweilen auch deren Gliederzellen, werden zu Karposporen, die schließlich gruppenweise dem Geflecht des Fruchtkörpers eingelagert sind. Meist ist eine deutliche Fruchtwandung vorhanden, so daß hier Zystokarpien gebildet werden, die zuweilen an besonderen Fruchtzweigen, meist aber einzeln stehen, und zwar entweder oberflächlich am Thallus oder vorspringend oder eingesenkt. Die Antheridien bilden bald oberflächlich am Thallus sitzende Krusten, bald sitzen sie, ihm eingesenkt, in krugförmigen Höhlungen. Als ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane treten Tetrasporangien auf, bald über die Außenrinde zerstreut, bald in Gruppen (Sori) in die Innenrinde eingesenkt (Abb. 13, N 2), bald auf besonderen vorspringenden Wulsten (Nemathezien) stehend. Der Thallus ist sehr verschiedenartig gebaut, stielrund oder flach, oft gegabelt, seltener gefiedert, häufig verzweigt oder gelappt, zuweilen geradezu blattartig. Die 18 meist artenarmen Gattungen sind in den kühleren Meeren am häufigsten.

Am bekanntesten ist die Gattung Chondrus, die Knorpel-Rotalge, deren wenige, sehr formenreiche, die kälteren Meere bewohnenden Arten schwer zu trennen sind. Ch. crispus, das Irische Moos (Taf. 4, Q), hat fächerförmig ausgebreitetes, tief geteiltes, derbes, krauses Laub von dunkel violettbrauner, im Sonnenlicht stark irisierender Farbe. Wegen seines großen Gehaltes an Gallert wird es in der Medizin verwendet und liefert das Karragheen der Apotheken. Die Gattung Gigartina besteht aus über 50 Arten, die in den verschiedensten Meeren heimisch sind. G. mamillosa, die Zitzen-Rotalge (Abb. 13, N 1), die den Stillen und Atlantischen Ozean bewohnt, zeichnet sich durch Höcker aus, die Zystokarpien enthalten; auch diese Art wird als Karragheen verwendet. Die etwa zehn Arten umfassende Gattung Phyllophora, die Band-Rotalge, ist gleichfalls an unseren Küsten durch einige Arten vertreten, die durch ihre unregelmäßig blattartigen Formen charakterisiert sind (Abb. 13, O 1); sehr häufig tragen sie kleine rundliche Wärzchen oder Krusten, die keine Tetrasporangienwülste (Nemathezien) sind, wie man lange Zeit glaubte, sondern parasitische Rotalgen aus der gleichen Familie, die den Gattungen Actinococcus, der Warzen-Rotalge (Abb. 13, O 1 u. 2), und Colacolepis angehören. Eine ziemlich artenreiche Gattung ist auch Callymenia oder Schönblatt-Rotalge, welche die verschiedensten Meere bewohnt und zahlreiche ansehnliche Formen umfaßt. Die Zystokarpien sind meist auf der blattartigen Thallusfläche zerstreut (Abb. 13, R 1) und bis auf die Poren geschlossen (Abb. 13, R 2).

Die Familie der **Rhodophyllidaceae** oder **Lappenfrucht-Rotalgen** zeichnet sich aus durch Gonimoblasten, die in mehrere Teile (Gonimoloben) zerfallen. Die Gonimoblasten strahlen von einer häufig sehr großen Zentralzelle (Auxiliarzelle) nach allen Seiten hin aus und durchziehen das benachbarte Thallusgewebe, um schließlich gemeinsam einen Fruchtkern zu bilden. Die Zystokarpien sind gewöhnlich über den Thallus zerstreut oder an dessen Rande gehäuft, oftmals eingesenkt oder vorspringend; sie haben eine deutliche Fruchtwandung und nach außen mündende Poren. Die Antheridien sind krustenförmig auf der Oberfläche

verteilt. Die Tetrasporangien sitzen zerstreut oder zu Sori gehäuft auf der Oberfläche des Thallus; oft sind sie auch der nemathezinmartig verdickten Rinde eingelagert. Die Tetrasporen sind fast stets reihenweise angeordnet. Der Thallus ist entweder stielrund oder mehr oder weniger abgeflacht, meist gabelig oder seitlich verzweigt.

Die 23 größtenteils artenarmen Gattungen sind über die verschiedensten Meere verbreitet. Eine in der Nordsee sehr häufige Alge ist Cystoclonium purpurascens, die Knotenfaden-Rotalge (Abb. 13, P). Mehrere Gattungen sind besonders in den australischen Meeren verbreitet, darunter Rhodophyllis, der mit einer Art, der Rotblatt-Rotalge, Rh. bifida, auch im Atlantischen Ozean sowie im Mittelmeer vorkommt, während Eucheuma, die Höcker-Rotalge, mehr die tropischen Meere bewohnt, E. spinosum, die dornige Höcker-Rotalge (Abb. 13, Q), speziell den Indischen Ozean, wo sie von den Schwalben bei Herstellung der eßbaren Nester verwendet wird und den Anwohnern auch zur Bereitung von Agar-Agar dient.

Reihe 3:

Rhodymeniales oder Rosen-Rotalgen.

Diese Abteilung der Rotalgen umfaßt sechs Familien, die Sphaerococcaceae, Rhodymeniaceae, Delesseriaceae, Bonnemaisoniaceae, Rhodomelaceae und Ceramiaceae.

Die Familie der **Sphaerococcaceae** oder **Kugelfrucht-Rotalgen** hat stark verästelte, aus gedrängten Teilen bestehende, fast halbkugelige Gonimoblasten, die, dem Thallus eingelagert, frei einer Plazenta aufsitzen und von der gewölbten, am Scheitel durchbrochenen Thallusrinde wie von einer Fruchtwand bedeckt sind. Die Auxiliarzelle bildet sich erst nach der Befruchtung aus (Abb. 14, A 2, 3). Die Karposporen sitzen einzeln oder kettenförmig an den Spitzen der Zweige der Büschel der Gonimoblasten und stellen so eine fast kugelige, hymeniumartige Schicht dar (Abb. 14, B 4); zuweilen sind die Zystokarpien zu besonderen Fruchtzweigen verbunden. Die Antheridien sind häufig krugförmig im Thallus eingesenkt (Abb. 14, B 3), die Tetrasporangien an der Oberfläche des Thallus zerstreut oder zu besonderen Nemathezien vereinigt.

Von den 19 Gattungen sind die meisten nur in einzelnen oder wenigen Arten bekannt und Bewohner der wärmeren Meere. Es sind stielrunde oder flache, gabelig oder anderweitig verzweigte Algen. Zu der Gattung Sphaerococcus oder Kugelfrucht-Rotalge wird jetzt nur noch der auf den wärmeren Teil des Atlantischen Ozeans und auf das Mittelmeer beschränkte S. coronopifolius (Abb. 14, A) gerechnet. Die größte Gattung, Gracilaria oder Schlank-Rotalge, umfaßt etwa 50 zum Teil sehr stark variierende Arten; G. confervoides (Abb. 14, B) ist über viele wärmere Meere verbreitet, auch noch im Mittelmeer; G. lichenoides, in den indisch-ostasiatischen Gewässern, auch Ceylonmoos genannt, dient zur Herstellung von Agar-Agar.

Die Familie der **Rhodymeniaceae** oder **Rosen-Rotalgen** hat Gonimoblasten, deren Teile (Gonimoloben) nacheinander zur Ausbildung gelangen, und deren Zellen fast sämtlich zu Karposporen werden. Die Tetrasporen (Abb. 14, C 2) sind fast stets paarig angeordnet und stehen zuweilen an besonderen, Stichidien genannten Kurzsprossen (Abb 14, E 2). Die übrigen Verhältnisse entsprechen denen der vorigen Familie.

Unter den 17 gleichfalls meist in den wärmeren Meeren lebenden Gattungen findet man neben stielrunden und abgeflachten auch röhrig hohle oder in den Kurztrieben blasig aufgetriebene Formen. Röhrig hohlen Thallus hat z. B. die Gattung Chylocladia, die Gallertast-Rotalge, von der die Art Ch. kaliformis (Abb. 14, D) auch ins Mittelmeer vordringt. Blasige Seitenzweige hat die gleichfalls noch im Mittelmeer vorkommende Gattung Chrysymenia oder Röhrenglied-Rotalge. Stielrunde hohle, aber öfters eingeschnürte Glieder hat die bis an unsere Küsten verbreitete Gattung Lomentaria oder Blasen-Rotalge, zweischneidig abgeflachte, reichlich zweizeilig verzweigte Sprosse die ziemlich artenreiche Gattung Plocamium oder Kamm-Rotalge, deren typische Art P. coccineum (Abb. 14, E) eine wegen ihrer Zierlichkeit allgemein auffallende gemeine Floridee unserer Küsten darstellt. Die eigenartige, zuweilen Haftscheiben bildende Verzweigung (Abb. 14, E 3) sowie die Tetrasporangien enthaltenden Stichidien machen diese Alge leicht kenntlich.



Abb. 14: Rotalgen (Rhodophyceae) II.

- A Sphaerococcus coronopifolius: 1 Habitus; 2 Karpogonast; 3 befruchtete Auxiliarzelle.
- B Gracilaria confervoïdes: 1 Habitus; 2 Tetrasporangien; 3 Antheridium; 4 Zystokarp.
- C Chrysymenia uvaria: 1 Habitus; 2 Tetrasporangien; 3 Blasenäste von Ch. microphysa.
- D Chylocladia kaliformis.
- E Plocamium coccineum: 1 Habitus eines Zweigabschnittes; 2 Stichidien; 3 Endabschnitt des Laubes mit Haftscheibe; 4 Trichogyn, von einem Spermatium befruchtet.
- F Delesseria sanguinea: Winterzustand mit Fruchtkörperchen.
- G Delesseria (Hypoglossum) alata.
- H Nitophyllum punctatum: 1 Habitus; 2 Zystokarp im Längsschnitt.
- J Claudea elegans: 1 Habitus; 2 Teil mit Zystokarpien.
- K Laurencia obtusa: 1 Habitus; 2 Längsschnitt durch ein Sproßende mit durch Haare geschützter Scheitelgrube.
- L Polysiphonia rhunensis: 1 Habitus; 2 Zweig mit Antheridien; 3 Antheridium; 4 P. nigrescens: Zweig mit Prokarpien; 5 P. violacea: Zweig mit Tetrasporangien.
- M Cliftonaea pectinata.
- N Polyzonia elegans.
- O Leveillia jungermannioïdes.
- P Vidalia volubilis: 1 Zweig mit Stichidien; 2 Zweig mit Prokarpien; 3 Habitus.
- Q Neurymenia fraxinifolia.
- R Thuretia quercifolia: 1 Habitus, verkleinert; 2 Zweig mit Stichidien; 3 Netzwerk des Laubes mit Stichidien.
- S Callithamnion corymbosum: 1 Habitus; 2 Antheridien; 3 Tetrasporangien; 4 Prokarp vor der Befruchtung; 5 Zystokarpien; 6 Zweig mit Antheridien.
- T Ptilota plumosa: 1 Habitus; 2 Teil des Sprosses, vergrößert; 3 Prokarp; 4 Querschnitt des Sprosses; 5 Sproß mit Tetrasporangien.
- U Ceramium rubrum: 1 Habitus; 2 Zweig mit Sporangien; 3 C. echionotum: Knoten des Sprosses; 4 Zweigspitze mit Zystokarp.

Die Familie der **Delesseriaceae** oder **Seeampfer-Rotalgen** besitzt schwach gelappte Gonimoblasten, die dem Thallus aufsitzen, aber überdacht sind von der als Fruchtwand hervorgewölbten, nur an der Spitze perforierten Thallusrinde (Abb. 14, H 2). Die Zystokarpien sitzen entweder auf dem Thallus zerstreut (Abb. 14, H 1) oder an besonderen Fruchtabschnitten desselben (Abb. 14, F, J 2), die Antheridien als dünne, flache Schicht oberflächlich am Thallus, oft an beiden Seiten. Die Sporangien sind meist, zu Sori gehäuft, auf der Thallusoberfläche zerstreut. Der Thallus ist gewöhnlich blattartig, nicht selten zerschlitzt, durchlöchert oder gitterartig durchbrochen, gegabelt oder geteilt, zuweilen in stielrunde oder geflügelte Stengel zusammengezogen, manchmal auch fiedernervig geadert.

Die 20 meist aus einer oder wenigen Arten bestehenden Gattungen bewohnen größtenteils südliche oder tropische Meere. Recht artenreich (50—60 Spezies) ist Nitophyllum, die Glanzblatt-Rotalge; N. punctatum, die punktierte Glanzblatt-Rotalge (Abb. 14, H), wächst auch an den europäischen Küsten. Am bekanntesten ist aber die ebenso artenreiche Gattung Delesseria, da zu ihr D. sanguinea, der blutrote Seeampfer (Taf. 4, D), gehört, die farbenprächtigste Floridee unserer deutschen Küste. Ihr schon im Sommer zerreißendes Laub ist im Herbst bis auf die Rippen geschwunden, und im Winter findet man nur noch die von den gestielten Fruchtknötchen bedeckten Strünke (Abb. 14, F). In der Ostsee kommt sie nur in einer schmalblätterigen Hungerform vor. Sehr viel unscheinbarer ist die gleichfalls an unseren Felsküsten häufige D. alata, der geflügelte Seeampfer (Abb. 14, G), mit zierlich gefiedertem rosafarbenen Laub. Was für merkwürdige Formen dieser Familie eigentümlich sind, zeigt die australische Claudea elegans, die elegante Gitter-Rotalge (Abb. 14, J), mit ihrem feingegitterten Laub.

Die Familie der **Bonnemaisoniaceae**, die sich eng an die vorige anschließt, umfaßt sechs Gattungen mit je einer Art, die meist südlichen Meeren angehören; Bonnemaisonia asparagoïdes und Ricardia Montagnei berühren Europa im Mittelmeer bzw. an der Westküste.

Die Familie der **Rhodomelaceae** oder **Rosenfrucht-Rotalgen** ist dagegen sehr reich an Gattungen und Arten. Sie zeichnet sich aus durch die auf einer Stielzelle sitzenden Gonimoblasten, die reichverzweigte, meist gedrungene Zweigbüschel bilden und umhüllt sind von den am Scheitel offenen Fruchtgehäusen der Zystokarpien. Diese entstehen aus den Prokarpien (Abb. 14, L 4, P 2), die ebenso wie die Antheridien (Abb. 14, L 2, 3) sich an besonderen Haarblättern entwickelt haben. Sie sitzen auch nur selten dem Thallus unmittelbar auf, sondern sind meistens kurz gestielt. Gewöhnlich werden nur die Endzellen der Gonimoblasten zu Karposporen. Die Sporangien entstehen aus Nebenzellen der Achse (Abb. 14, L 5) und enthalten die Tetrasporen in tetraedrischer Anordnung; oft sind sie gemeinsam zu Stichidien vereinigt (Abb. 14, P 1, R 2, 3). Der sehr mannigfaltig gestaltete stielrunde oder flache Thallus hat meist eine gegliederte, vielröhrige Achse, indem die einzelnen Zellen der Achse von gleichlangen Perizentralzellen umgeben sind; häufig tritt dann noch eine Berindung hinzu. Der Thallus entwickelt sich entweder einachsig, monopodial, mit zuweilen in eine Grube eingesenkter Scheitelzelle (Abb. 14, K 2), oder sympodial, indem jeder Sproß alsbald durch einen aus einer viel tiefer stehenden Gliederzelle hervorwachsenden Seitensproß verdrängt wird.

Von den 70 Gattungen gehört der größere Teil den Meeren der südlichen gemäßigten Zone an, doch sind auch zahlreiche Vertreter in unseren nördlichen Meeren vorhanden. Durch ihre eigenartige Fiederung und die knorpelig-fleischige Konsistenz ist Laurencia, die Knorpelfieder-Rotalge, leicht erkennbar, die mit 50—60 Arten die wärmeren Meere, aber mit einer Art, L. obtusa, der stumpfen Knorpelfieder-Rotalge (Abb. 14, K), auch unsere Küsten bewohnt. Überaus artenreich ist die Gattung Polysiphonia, die Vielröhren-Rotalge (Abb. 14, L), mit radiär gebautem Thallus; zahlreiche Arten leben auch an unseren Küsten, wo sie besonders gern auf anderen Algen epiphytisch wachsen. Die Gattung Alsidium, die Strauch-Rotalge, die mit zwei Arten im Mittelmeer heimisch ist, bildet einen Bestandteil des korsikanischen Wurmmooses, wenngleich andere Algen darin überwiegen und in dem von der atlantischen Küste herkommenden Wurmmoos diese Alge überhaupt gänzlich fehlt. Sehr eigenartig sind die gefiederten, dorsiventral

gebauten Formen vieler Gattungen, wovon die Abb. 14, M—Q dargestellten Thallusstücke von Cliftonaea, Polyzonia, Leveillia, Vidalia und Neurymenia eine Vorstellung geben; sie erinnern häufig an Farnwedel oder Fiederblätter höherer Pflanzen. Die meisten dieser Gattungen bewohnen die südliche gemäßigte Zone, besonders Australien, manche auch die indischen Gewässer; einzelne Formen verbreiten sich aber auch bis Südeuropa, z. B. Rytiphloea tinctoria, die färbende Runzelrinden-Rotalge, die von den Römern bei der Herstellung einer roten Schminke benutzt wurde. Ferner sind auch die Gattungen Heterosiphonia sowie Dasya, die Pinselfaden-Rotalge, auch an den wärmeren Küsten Europas vertreten. Am merkwürdigsten ist vielleicht das aus netzförmigen Gliedern gebildete Laub der australischen Thuretia quercifolia, der Eichenblatt-Rotalge (Abb. 14, R), in dem die Gliederzellen erst nachträglich zu einem Maschenwerk verwachsen. Ähnlich ist auch der Thallus der gleichfalls australischen Gattung Halodictyon, der Meernetz-Rotalge, aufgebaut, die übrigens einen Vertreter, H. mirabile, im Mittelmeergebiet hat. Sogar blasige Thallusformen, z. B. bei Acrocystis, der Spitzenblasen-Rotalge, und Erythrocystis, der Rotblasen-Rotalge, finden sich in dieser formenreichsten Familie aller Florideen.

Die Familie der **Ceramiaceae** oder **Horn-Rotalgen** zeichnet sich durch außen am Thallus sitzende nackte oder doch nur von Hüllästchen umgebene Gonimoblasten aus; diese setzen sich aus hintereinander reifenden Teilen (Gonimoloben) zusammen, deren Zellen sich fast sämtlich zu Karposporen entwickeln; häufig sind die Gonimoblasten paarweise zu Zystokarpien verbunden. Die Antheridien sind oberflächlich am Thallus angeordnet und bestehen meist aus zahlreichen nebeneinander sitzenden Spermatangien. Die Tetrasporen werden in Tetrasporangien gebildet, die zerstreut oder zu Stichidien vereinigt sind und bald dem Thallus aufsitzen, bald in ihm eingesenkt sind. Der Thallus ist gewöhnlich stielrund und reich gegabelt oder geteilt, oft freilich abgeflacht, seltener hingegen blattförmig.

Der größere Teil der 40 meist artenarmen Gattungen lebt in wärmeren oder südlichen Meeren, doch sind auch an unseren Küsten zahlreiche Gattungen vertreten, und zwar meist in sehr zierlichen Formen. Während Lejolisia außer in Australien auch im Mittelmeer vorkommt, dringt Spermothamnium Turneri bis zur Nordsee vor, ebenso finden sich an der atlantischen Küste Arten der Gattungen Griffithsia, Halurus, Ptilothamnion, Seirospora, Compsothamnion, besonders aber die außerordentlich zierliche Gattung Callithamnion oder Schönstrauch-Rotalge (Abb. 14, S). Äußerst fein geteiltes Laub haben die häufig bei uns am Strande bewunderten Plumaria elegans, die Feinfeder-Rotalge, und Ptilota plumosa, die Fieder-Rotalge (Abb. 14, T), ferner Antithamnion cruciatum. Die größte Gattung der Familie, Ceramium, die Horn-Rotalge, die mit 40 Arten weit verbreitet ist, hat gleichfalls Vertreter an unseren Küsten. C. rubrum, die rote Horn-Rotalge (Abb. 14, U), ist leicht durch die rot geringelten Äste und die zangenförmig eingekrümmten Gabelenden der Zweige erkennbar und dürfte wohl mit die häufigste unserer Florideen sein. Die Bänderung rührt daher, daß nur die kleinen Zellen der Knoten intensiv gefärbt sind. Auf einem australischen Ceramium ist eine andere nahe verwandte Gattung, Episporium, als Parasit beobachtet worden.

Wegen der nicht bekannten Zystokarpien ist die Gattung Rhodochorton oder Polster-Rotalge, von der eine Art, R. Rothii, Roths Polster-Rotalge (Taf. 4, H), als kleine, polsterartig wachsende Floridee an unseren Küsten verbreitet ist, von unsicherer Stellung.

Reihe 4.

Cryptonemiales oder Verborgenfaden-Rotalgen.

Diese Reihe der Rotalgen zerfällt in die sieben Familien der Gloiosiphoniaceae, Grateloupiaceae, Dumontiaceae, Nemastomaceae, Rhizophyllidaceae, Squamariaceae, Corallinaceae.

Die Familie der **Gloiosiphoniaceae** oder **Schleimröhren-Rotalgen** besitzt gewöhnlich in mehrere, oft nacheinander entstehende, dichtgeschlossene Teilbüschel (Gonimoloben) zerfallende, dem Thallus eingelagerte Gonimoblasten, deren Zellen fast sämtlich zu Karposporen werden. Die Auxiliar- und Karpogonzellfäden sind zu verschiedenartig gestalteten Prokarpien (Abb. 15, A 3) verbunden, letztere primär, erstere sekundär gebildet. Die Zystokarpien befinden sich meist im oberen Teile des Thallus, von der etwas hervorgewölbten Außenrinde bis auf einen Porus bedeckt (Abb. 15, A 1). Die Antheridien bestehen aus kleinen,

auf der Thallusoberfläche zerstreuten Gruppen, ebenso sind die Tetrasporangien in der Außenrinde des Thallus zerstreut. Der Thallus selbst besteht aus stielrunden (Abb. 15, A 2) oder etwas abgeflachten, verzweigten oder gegabelten Sprossen, die oft mehr oder weniger röhrig sind.

Von den vier artenarmen Gattungen berühren drei auch die Westküste Europas, darunter Gloiosiphonia, die Schleimröhren-Rotalge (Abb. 15, A), während die vierte, Gloiopeltis, die Schleimschild-Rotalge, vor allem die ostasiatischen Küsten bewohnt. G. tenax dient in China zur Bereitung eines Algenleimes, G. coliformis und G. cervicornis werden in Japan als Nahrungsmittel benutzt.

Die Familie der **Grateloupiaceae** oder **Flaschenfrucht-Rotalgen** unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß bei ihr auch die Karpogonäste erst nachträglich gebildet werden; die Prokarpien haben die Gestalt aufrecht stehender Flaschen, die Gonimoblasten sind dem Thallusgewebe eingelagert und öfters von einem Gehäuse umgeben. Die zu größeren Gruppen vereinigten Zystokarpien sitzen zuweilen an besonderen Thallusabschnitten, ebenso die der Thallusrinde meist eingesenkten, häufig zu Nemathezien vereinigten Tetrasporangien (Abb. 15, C 2), deren Sporen paarig angeordnet sind. Der Thallus ist stielrund bis blattartig flach, in sehr verschiedener Weise gefiedert oder gegabelt.

Die dreizehn meist artenarmen Gattungen sind fast sämtlich auf wärmere und südliche Meere beschränkt; Grateloupia filicina, die farnförmige Grateloupie (Abb. 15, C), reicht vom Stillen Ozean und Kap bis zum Mittelmeer, Dermocorynus, die Hautkeulen-Rotalge, wächst an der Küste der Bretagne, Cryptonemia, die Verborgenfaden-Rotalge, in ihrer typischen Art im Mittelmeer. Die größte Gattung neben Grateloupia ist die mit 10—20 Arten in den wärmeren Meeren verbreitete Gattung Halymenia, die Meerhaut-Rotalge, die neben stielrunden auch blattartig flache Formen (Abb. 15, B 1) umfaßt.

Die Familie der **Dumontiaceae** oder **Scheibenfaden-Rotalgen** hat im Gegensatz zu der vorigen lange, gekrümmte Auxiliar- und Karpogonzellfäden, die meist aus kurzen Scheibenzellen bestehen (Abb. 15, F 2). Die Teilbüschel der dem Thallusgewebe eingelagerten Gonimoblasten werden meist gleichzeitig angelegt (Abb. 15, F 3). Die Zystokarpien (Abb. 15, F 5) sitzen zerstreut oder an besonderen Fruchtsprossen des Thallus, häufig paarweise dicht beieinander oder verschmelzend, in der Innenrinde oder etwas überwölbt. Die Tetrasporangien sind zerstreut der Außenrinde des Thallus eingelagert (Abb. 15, D 2) oder in besonderen Nemathezien vereinigt. Der in Mark oder Zentralachse, Innengewebe und Rinde differenzierte Thallus ist stielrund, abgeflacht oder blattartig, oft mehr oder weniger hohl, in verschiedener Weise gegabelt oder verzweigt.

Die neun meist nur eine bis zwei Arten enthaltenden Gattungen gehören bis auf eine australische der nördlichen gemäßigten Zone an. Dudresnaya, die Gallertfaden-Rotalge (Abb. 15, F), findet sich in ihren beiden Arten D. coccinea und D. purpurifera an den wärmeren südlichen und westlichen Küsten Europas, Dumontia, die Hohlröhren-Rotalge (Abb. 15, D), an den nördlicheren Küsten und auch in Deutschland. Eine sehr eigenartige Gestalt hat die in zwei Arten im nördlichen Stillen Ozean verbreitete Gattung Constantinea oder Blumen-Rotalge (Abb. 15, E), deren verzweigter stielrunder Thallus blumenblattartige, wirtelig angeordnete Auszweigungen trägt, so daß der Name C. rosa marina oder Meerrose für die in Kamtschatka wachsende Art nicht schlecht gewählt ist.

Die Familie der **Nemastomaceae** oder **Markfaden-Rotalgen** zeichnet sich durch die an primär gebildeten Zellfäden sitzenden Auxiliarzellen und Karpogonzellfäden aus; die Auxiliarzellen sind zahlreich, die Karpogonien vereinzelt. Die Gonimoblasten sind meist geschlossene, gleichzeitig zur Entwickelung gelangende Büschel, deren Zellen fast sämtlich zu Karposporen werden. Die Zystokarpien sind dem Thallusgewebe oder auch besonderen Abschnitten desselben eingelagert, die gewöhnlich von einem Porus durchbrochene Rindenschicht ist nur selten hervorgewölbt (Abb. 15, H), auch ein Hüllgeflecht fehlt. Die Tetrasporangien sind über den Thallus zerstreut, die Sporen sind in ihnen paarig angeordnet. Der Thallus ist stielrund, abgeflacht oder blattartig, gegabelt oder verzweigt.

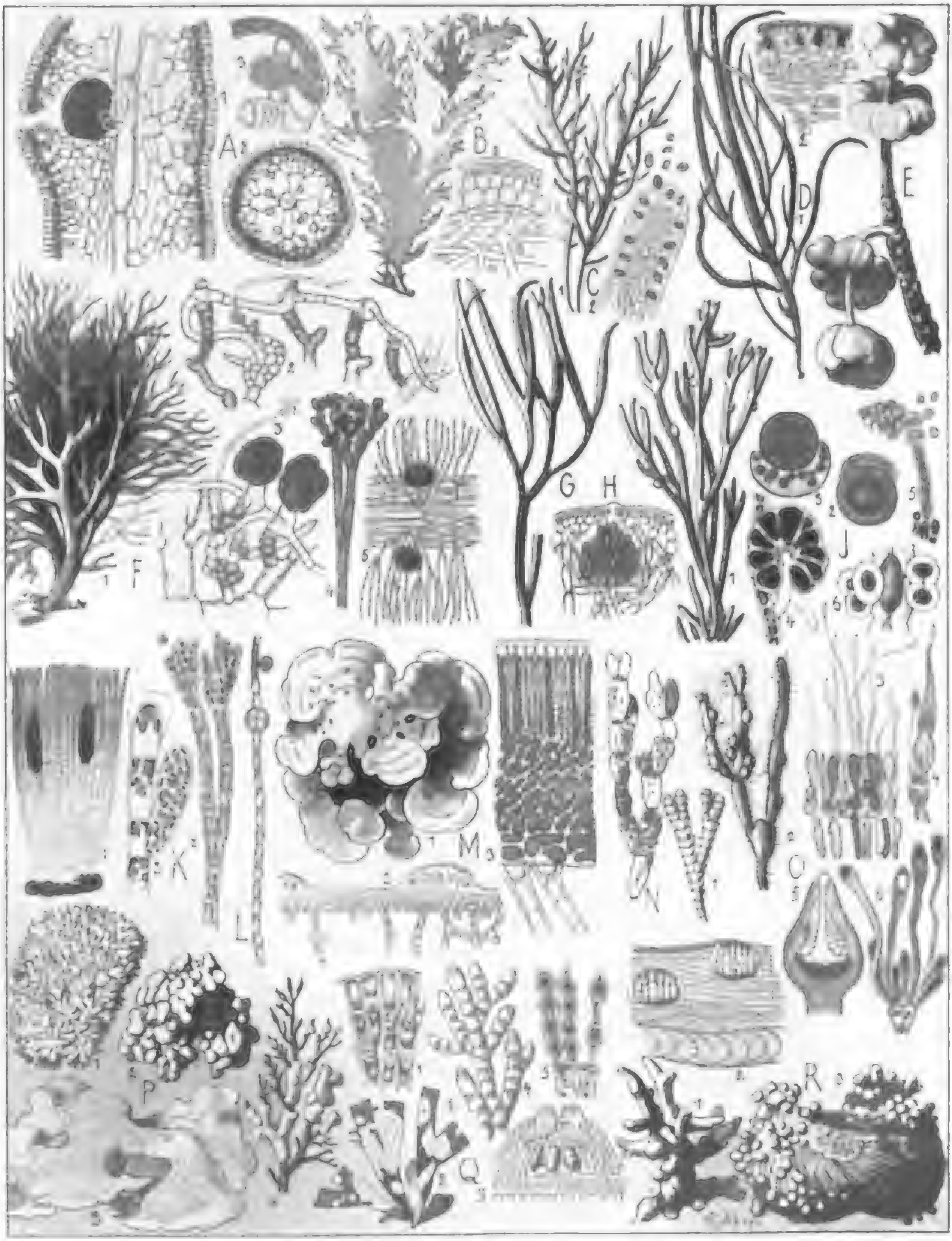


Abb. 15: Rotalgen (Rhodophyceae) III.

A Gloiosiphonia capillaris: 1 Zweigstück mit eingesenktem Zystokarp im Längsschnitt; 2 Durchschnitt durch den Thallus mit Zentralachse und Hohlräumen; 3 junges Prokarp, unten die junge Auxiliarzelle in der Entwickelung, oben das Trichogyn.

B Halymenia dichotoma: 1 Habitus; 2 Durchschnitt durch ein Stück des Thallus.

C Grateloupia filicina: 1 Habitus; 2 Durchschnitt durch eine Thallusspitze mit Sporangien.

D Dumontia filiformis: 1 Habitus; 2 Durchschnitt durch ein Stück des Thallus mit Sporangien.

E Constantinea rosa marina: Habitus.

F Dudresnaya purpurifera: 1 Habitus; 2 sporogener Faden, mit mehreren Auxiliarzellen fusionierend, Trichogyn mit anhaftenden Spermatien noch sichtbar; 3 Fusionszellen mit Gonimoblasten; 4 D. coccinea: Zweig eines Wirteläftchens mit Antheridien; 5 älteres Zweigstück mit Zystokarpien.

G Furcellaria fastigiata: Habitus.

H Halarachnion ligulatum: Zystokarp.

J Polyides rotundus: 1 Habitus; 2 Querschnitt durch Sproß und weibliches Nemathezium; 3 dasselbe nach Ausbildung der Zystokarpien; 4 Zystokarpium; 5 Antheridium; 6 Teil

Die acht artenarmen oder aus nur einer Spezies bestehenden Gattungen bewohnen die Meere der gemäßigten Zone, meist der nördlichen, besonders das Mittelmeer, so Platoma, Halarachnion, Bertholdia, Nemastoma, die vielgestaltige Calosiphonia vermicularis, die wurmförmige Schönröhren-Rotalge, sowie das durch nierenförmige Kurztriebe merkwürdige Neurocaulon reniforme, die nierenförmige Nervenfaden-Rotalge, während an unseren atlantischen Küsten Furcellaria fastigiata, die Gabel-Rotalge (Abb. 15, G), die einzige Art dieser Gattung, und das flachsprossige Halarachnion ligulatum, die Seeband-Rotalge, vorkommen. Auch die südlichere Meere bewohnende Gattung Schizymenia, die Spalthaut-Rotalge, mit blattartigen Sprossen reicht in einer Art, Sch. Dubyi, bis zu den englischen Küsten.

Die Familie der **Rhizophyllidaceae** oder **Wurzelblatt-Rotalgen** besitzt Auxiliarzellen und Karpogonien in besonderen, meist nemathezienartige Polster (Abb. 15, J 2) bildenden Abschnitten des Thallus. Die Karpogonien sind Endzellen von gewöhnlich kurzen Thallusfäden, die zahlreicheren Auxiliarzellen meist unveränderte Zellen von Thallusfäden. In diesen fertilen Partien entwickeln sich sodann dicht gedrängt sitzende Gonimoblasten (Abb. 15, J 3), die in mehrere geschlossene, fast stets gleichzeitig angelegte Teilbüschel zerfallen und beinahe mit sämtlichen Zellen Karposporen bilden. Die Antheridien bestehen aus verzweigten, büschelig angeordneten Fäden mit zahlreichen Spermatangien (Abb. 15, J 5, 6). Die Tetrasporangien wachsen zerstreut oder in Nemathezien gehäuft, ihre Sporen sind paarig angeordnet. Der Thallus ist stielrund oder zweischneidig abgeflacht, manchmal durch Einschnürungen gegliedert, gegabelt oder verzweigt, zuweilen kriechend.

Von den sechs Gattungen enthalten fünf nur je eine Art, darunter die an unseren Küsten häufige Polyides, die Gabelzweig-Rotalge (Abb. 15, J), ferner die kriechende, auf der flachen Bauchseite Wurzeln tragende Rhizophyllis, die Wurzelblatt-Rotalge, sowie die krustenförmige Contarinia, die Wurzelkrusten-Rotalge, beide vom Mittelmeer. Reicher an Arten ist nur die mit etwa zehn Spezies in den wärmeren Meeren verbreitete Gattung Chondrococcus, die Knorpelkern-Rotalge

Die Familie der **Squamariaceae** oder **Krusten-Rotalgen** ist der vorigen sehr ähnlich; der Thallus ist stets dorsiventral gebaut, blattartig flach oder krustenförmig, der Unterlage fest angewachsen oder (bei Peyssonelia, Abb. 15, M 2) durch Wurzelhaare mit ihr verbunden. Die Zystokarpien sitzen in flachen Nemathezien (Abb. 15, M 2), ebenso häufig die oft büschelig verzweigten Antheridien (Abb. 15, K 2, M 3) sowie die Tetrasporangien (Abb. 15, K 1), deren Sporen bald in Reihen (Abb. 15, K 3), bald tetraedrisch (Abb. 15, L) angeordnet sind.

Von den acht Gattungen sind die meisten artenarm, 10—20 Arten hat nur die Gattung Peyssonelia, die mit einer Art, P. squamaria, der Schuppenkrusten-Rotalge (Abb. 15, M), im Mittelmeer vertreten ist, sonst aber wärmeren Gebieten angehört. An unseren Küsten finden sich als rote Krusten an Felsen Cruoria pellita, die pelzige Rotkrusten-Rotalge (Abb. 15, K), Cruoriella Dubyi, die blutrote Rotkrusten-Rotalge (Taf. 4, K), Petrocelis cruenta, die blutrote Felskrusten-Rotalge (Abb. 15, L) und P. Kennedyi, während die anderen Gattungen an der französischen Küste oder im Mittelmeer vorkommen und als Krustenalgen sich durch die rote Färbung von ihrer Unterlage meist deutlich abheben.

Die Familie der **Corallinaceae** oder **Kalk-Rotalgen** ist dadurch ausgezeichnet, daß die Geschlechtsorgane in krugförmigen Behältern des Thallus (sogenannten Konzeptakeln) gehäuft stehen (Abb. 15, O 5). Die Karpogonäste sind kurz, zweizellig (Abb. 15, O 4), nur die inneren Karpogone sind fertil. Die Auxiliarzellen entspringen einer am Grund der Konzeptakel sitzenden Zellschicht und verschmelzen nach der Befruchtung von einem oder

---

des Antheridiums mit Tragzellen und Spermatangien.
K Cruoria pellita: 1 Nemathezium mit Tetrasporangien; 2 Antheridien; 3 C. stilla: Tetrasporangium.
L Petrocelis cruenta: Tetrasporangium.
M Peyssonelia squamaria: 1 Habitus mit Nemathezien; 2 Längsschnitt des Thallus und eines weiblichen Nemathezium; 3 Längsschnitt durch ein männliches Nemathezium.
N Amphiroa dilatata: Habitus.
O Corallina ßlicula: 1 Habitus; 2 C. rubens mit Konzeptakeln von Choreonema Thureti; 3 Auxiliarzellen im Zustand der Fusion; 4 Karpogon; 5 Konzeptakel; 6 Antheridien.
P Lithophyllum cristatum: 1 Habitus; 2 L. racemosum: Habitus; 3 L. expansum: Habitus; 4 junges Exemplar, eine Alge (Gelidium) überziehend.
Q Melobesia farinosa: 1 Thallusstück mit Deckzellen; 2 eine Alge überziehend; 3 Konzeptakel mit Sporangien; 4 M. callithamnioides: sprossende Randfäden; 5 M. membranacea: Antheridien mit Spermatangien.
R Lithothamnion calcareum: 1 Habitus; 2 L. Mülleri: vom Thallus eingeschlossenes Sporangienkonzeptakel; 3 L. fruticulosum: Habitus, auf einer Muschel.

wenigen Karpogonien zu einer einzigen größeren Zelle (Abb. 15, O 3), aus welcher dann namentlich am Außenrande zahlreiche kleine Sporenketten bildende Gonimoblasten hervorsprossen. Die Antheridien (Abb. 15, O 6) stehen in der Basis der Höhlung des männlichen Konzeptakels gehäuft (Abb. 15, O 5) und entwickeln oft zahlreiche Spermatangien (Abb. 15, Q 5). Die Tetrasporangien enthalten meist vier, selten zwei reihenweise geordnete Sporen und sitzen entweder gruppenweise, als Sori, gehäuft in der Thallusrinde (Abb. 15, R 2) oder am Grunde besonderer Konzeptakel (Abb. 15, Q 3). Der Thallus ist von sehr mannigfaltigem Bau und fast immer mehr oder weniger durch Kalk inkrustiert, behält aber doch zuweilen im verkalkten Gewebe einige unverkalkte Zellen, Deckzellen (Abb. 15, Q 1). Bei Mastophora ist der Thallus blattartig flach und nur schwach verkalkt, mit Gabelteilungen, an Chondrus (vgl. S. 78) erinnernd; in anderen Fällen, z. B. bei Corallina und Amphiroa, besteht er aus rundlichen (Abb. 15, O 1, 2) oder flachen (Abb. 15, N) Gliedersprossen; bei Melobesia (Abb. 15, Q 2) und Lithophyllum (Abb. 15, P 4) überzieht er als Krusten Steine oder pflanzliches Material; bei Lithophyllum bilden sich auf der Unterlage meist recht fest anliegende Krusten (Abb. 15, P 3), oft auch gekröseartige oder warzige Wucherungen (Abb. 15, P 1, 2); noch dickere Krusten (Abb. 15, R 3) oder auch korallenartige Formen (Abb. 15, R 1) finden sich vielfach bei Lithothamnion (s. auch Taf. 4, G und N). Während die meisten dieser Algen, soweit sie krustig sind, am Rande flächenartig weiterwachsen, gibt es auch Formen, bei denen eine fadenartige Sprossung noch deutlich ist (Abb. 15, Q 4); der Rand wird häufig aus nur einer Zellage gebildet, die sich später teilt. Bei Lithothamnion erreicht der Thallus schließlich eine mächtige Dicke und überwallt auch die alten Konzeptakel und Sori (Abb. 15, R 2); auf diese Weise entstehen häufig große Knollen. Da der Kalk dieser Algen nicht leicht der Zerstörung unterliegt, so häufen sich an begünstigten Stellen die Ablagerungen dieser Kalkflorideen, wie die Nulliporenbänke, beispielsweise im Golf von Neapel, zeigen, die hauptsächlich aus den Kalkknollen von Lithophyllum expansum und Lithothamnion ramulosum zusammengesetzt sind. Bei Spitzbergen bedeckt Lithothamnion glaciale meilenweit die Musselbai. Auch die Korallenbänke der wärmeren Gegenden sind ein beliebtes Substrat für diese Algen, die dann oft noch durch Verkittung mittels Kalkes einen steinartigen Charakter erhalten.

Mastophora, die schwach verkalkte Gabelblatt-Kalkalge, und Cheilosporum, die stark verkalkte Pfeilglied-Kalkalge, beides aufrecht wachsende Formen, bewohnen südliche, Amphiroa, die aufrechte, stark verkalkte Zonenglied-Kalkalge, sowie die drei krustenartigen, durch starke Verkalkung steinharten Gattungen Melobesia, die Warzenkrusten-Kalkalge, Lithophyllum, die Steinblatt-Kalkalge, und Lithothamnion, die Steinstrauch-Kalkalge, bevorzugen meist die wärmeren Meere, doch dringen sie auch bis zum Mittelmeer und einzelne Arten sogar bis an die deutschen Küsten vor. Corallina, die Korallen-Kalkalge, ist sehr weit verbreitet und bildet mit ihren etwa 50 Arten die größte Gattung dieser Familie.

Auch endophytische, innerhalb anderer Algen lebende Gattungen gibt es in dieser Familie, Schmitziella, deren in einer Ebene ausgebreitete Zellfäden unverkalkt sind, sowie Choreonema, die Warzenkopf-Rotalge, mit verkalkten, seitlich verzweigten Zellfäden und kleinen Deckzellen. Die einzige Art Ch. Thureti findet sich auch an unseren Küsten, wo sie auf Corallina parasitiert; sie bildet auf der Oberfläche der Wirtspflanze kleine rundliche, warzenartige Konzeptakel (Abb. 15, O 2).

Wahrscheinlich gehört auch die Gattung Hildenbrandia hierher, deren geschlechtliche Fortpflanzungsorgane nicht bekannt sind; die Sporangien hingegen sitzen, mit Paraphysen untermischt, innerhalb rundlicher Konzeptakel im Thallus, die durch eine Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung stehen und sich durch Verbrauch des angrenzenden Gewebes allmählich immer vergrößern. Während der Typus der Gattung H. prototypus, die typische Hildenbrandie (Taf. 4, L), im Atlantischen Ozean als rötliche Kruste weit verbreitet ist, bewohnt eine andere, bisher nur steril bekannte Art, H. rivularis, schnellfließende Gebirgsbäche Europas, merkwürdigerweise häufig vergesellschaftet mit einer Wasserflechte, Hadubrandia decipiens, deren Perithezien wiederholt als Früchte der Hildenbrandia beschrieben worden sind.

Abteilung B:

Mycetophyta oder Pilzgewächse.

Diese große Abteilung des Pflanzenreiches besteht aus stets chlorophyllosen, entweder einzelligen oder gewöhnlich aus Zellreihen zusammengesetzten Pflanzen, die sich durch Spitzenwachstum verlängern und oft durch Verflechtung größere Gewebskörper bilden. Ihre Lebensweise ist, da sie kein Blattgrün führen, notwendigerweise saprophytisch oder parasitisch. Die Fortpflanzung ist bei den niederen Pilzen häufig, bei den höheren selten geschlechtlich und erinnert an diejenige der Jochalgen, der Röhrengrünalgen oder der Rotalgen. Auch Schwärmzellen finden sich bei manchen Abteilungen der niederen Pilze, eine Paarung derselben ist freilich nur in einzelnen Fällen beobachtet worden. Wegen dieser geschlechtlichen Fortpflanzungsweise glauben manche Forscher den Pilzen einen vielstämmigen Ursprung zuerteilen zu sollen; sie sind der Ansicht, daß die erwähnten niederen Pilze durch Annahme parasitischer Gewohnheiten bei gleichzeitigem Schwinden des hierdurch überflüssig gewordenen Blattgrüns aus den ebengenannten Algenabteilungen hervorgegangen seien. Die höheren Pilze haben dagegen nur in Ausnahmefällen solche auffallende Ähnlichkeiten mit Algen, weit überwiegend zeichnen sie sich vielmehr durch Fortpflanzungsorgane aus, die ihnen ganz eigentümlich sind, und die man sich weit eher aus denen anderer Pilze als aus solchen der Algen hervorgegangen denken kann. Früher hat man auch die Schizomyzeten oder Spaltpilze und die Myxomyzeten oder Schleimpilze mit den eigentlichen Pilzen vereinigt, doch steht bei beiden die Vermehrungsweise, bei ersteren auch die Plasmodienbildung oder Zellverschmelzung einer engeren Verbindung mit den eigentlichen Pilzen entgegen, so daß man sie jetzt als besondere Abteilungen dem Kreise der Protophyten oder Urpflanzen einfügt.

Den Vegetationskörper der Pilze bezeichnet man mit dem Namen Myzēl (Mycelium) oder Pilzfadengeflecht; er besteht aus gewöhnlich verzweigten oder aus vielen miteinander verflochtenen faden- oder schlauchförmigen Zellen, den sogenannten Hyphen oder Pilzfäden; diese sind bei den höheren Pilzen durch Querwände in Zellreihen gegliedert, bei den meisten Phykomyzeten oder Algenpilzen sind sie dagegen ungegliedert und stellen also nur eine einzige, oft reich verzweigte Schlauchzelle dar. Das Myzel nimmt die verschiedenartigsten Formen an und vermag, analog dem Zellgewebe der Algen, den verschiedensten Zwecken zu dienen. So z. B. dient es ganz allgemein, indem es sich in einzelne Fäden auflöst, der Nahrungsaufnahme und wird dann Nährmyzel genannt. In dieser Form durchzieht das Myzel der saprophytischen Pilze den Erdboden oder die Nährflüssigkeiten und dringt bei den parasitischen Formen in die pflanzlichen oder tierischen Nährorganismen ein. Von dem Nährmyzel verschieden ist das sogenannte vegetative Myzel, das gewöhnlich den Körper der Pilze ausmacht sowie die Unterlage der Fruchtkörper darstellt und in diesem Falle als Hypothallus bezeichnet wird; es tritt bald als ein Gewirr feiner spinngewebartiger Fäden auf, wie z. B. bei den Schimmelpilzen, bald als häutige oder polsterartige Masse oder auch als festes, dickes Hyphengewebe. In anderen Fällen wiederum bildet das Myzel, indem es die Form dicker Stränge oder Knollen annimmt, Dauer- oder Ruhezustände, um den Pilz über ungünstige Zeiten hinwegzubringen. Solche fädigen, verschieden gefärbten, festen Geflechte findet man oft an altem Holz oder an Mauern, oder auch unterirdisch als dunkle, mit dem Namen Rhizomorphen bezeichnete Stränge, während die harten kugeligen, knolligen, mehr oder

weniger polster- oder zuweilen hornförmigen Dauerzustände als sogenannte Sklerotien gewöhnlich auf oder unter der Oberfläche des Erdbodens vorkommen. Parasitische Pilze vermögen häufig auch das Gewebe der Nährpflanzen zu beeinflussen, indem sie Entfärbungen, Veränderungen der Stengel-, Blatt-, Blüten- und Fruchtformen sowie Wucherungen aller Art verursachen, die oft mit dem Namen Krebs bezeichnet werden. Zuweilen sind sie auch die Ursache überreicher Verzweigungen, die häufig sogar besenförmige Gestalt annehmen und dann Hexenbesen genannt werden.

Ebenso mannigfaltig wie das Myzel ist auch die Fruktifikation oder Fruchtbildung der Pilze, die durch sogenannte Sporen erfolgt. Man unterscheidet hierbei zwei Haupttypen: nach außen zu angelegte, also exogene Sporen, die entweder an den Enden von Myzelfäden durch Sprossung oder aber durch Teilung von Hyphen entstehen, und im Inneren der Hyphen entstandene, also endogene Sporen, die gewöhnlich im Inneren besonderer Zellen, der sogenannten Sporangien, erzeugt werden.

Die Sporenbildung geschieht fast stets auf ungeschlechtlichem Wege, nur bei den Algenpilzen finden sich häufig geschlechtlich erzeugte Sporen, die entweder durch Verbindung des Inhalts von Hyphenzellen entstehen und dann Zygosporen genannt werden, oder sich infolge von Befruchtung des Inhalts einer ruhenden weiblichen durch eine männliche Zelle bilden; in diesem Falle werden sie Oosporen genannt. Gleichfalls nur bei manchen Algenpilzen gibt es endogen erzeugte Schwärmzellen oder Zoosporen; nur in ganz vereinzelten Fällen wurde aber bisher Kopulation dieser Schwärmzellen untereinander oder das Eindringen derselben als Spermatozoïden in eine Eizelle beobachtet; häufiger sind die Fälle, bei denen der Inhalt der männlichen Zelle, des Antheridiums, unmittelbar in die weibliche Zelle, das Oogonium, eindringt.

Die Sporangien werden gewöhnlich ihrer schlauchförmigen Form wegen als Schläuche (Asci) bezeichnet und stehen meist an den Enden der Äste des Myzels, der Regel nach einzeln, seltener in kettenartiger Verbindung miteinander. Sie enthalten entweder eine unbestimmte Zahl von Sporen und werden dann als Hemiasci bezeichnet, oder sie umfassen eine bestimmte, durch zwei teilbare Zahl von Sporen, gewöhnlich acht, und tragen dann den Namen Euasci. Manche Algenpilze haben Sporangien, die den Charakter von Dauersporen aufweisen und erst nach einer Ruhepause ihrerseits wieder echte Sporen hervorbringen.

Weit mannigfaltigere Erscheinungen findet man bei den exogenen Sporen, die gewöhnlich als Konidien bezeichnet werden. So verschieden auch diese Fruchtbildung von der der Sporangien zu sein scheint, so sind doch zahlreiche Übergänge bekannt, da einsporige Schläuche, deren Sporenhaut mit dem Schlauche verwachsen ist, gleichfalls als Konidien angesprochen werden können. Die Konidien entstehen entweder an den Spitzen von Hyphenzweigen, wobei häufig längere Konidienketten gebildet werden, oder an sogenannten Sterigmen, d. h. an besonderen Ausstülpungen der Hyphenenden. In diesem Falle sitzen die Konidien meist zu mehreren beieinander, zuweilen sogar in Gestalt kugeliger Massen. Gewöhnlich sind die Konidien tragenden Myzeläste besonders geformt und werden dann als Konidienträger bezeichnet. Zahlreiche solche Konidienträger zusammen stellen einen Konidienstand dar. Ein Spezialfall dieser Konidienbildung ist die bei den Pilzen überaus häufig auftretende Basidie; darunter versteht man einen durch eine Querwand von der Hyphe abgegrenzten, oft selbst wieder durch Quer- oder Längswände geteilten Konidienträger, der eine bestimmte, meist kleine Zahl von Sterigmen trägt, die je eine Konidie abschnüren. Zuweilen sprossen aus einer Konidie sekundäre Konidien hervor, in anderen

Fällen wiederum teilt sich eine Hyphe gleichzeitig in eine Reihe von Konidien, die dann als Oidiumketten bezeichnet werden. Unter Chlamydosporen versteht man im Verlaufe der Hyphen auftretende, der Fortpflanzung dienende sporenartige Gebilde, manchmal aber dickwandige Konidien. Kleine Konidienformen hat man auch als Spermatien bezeichnet, von der irrigen Annahme ausgehend, daß sie der Befruchtung dienen.

Sporangien (Asci) und Konidienstände treten bei den Algenpilzen meist einzeln auf. Bei den höheren Pilzen stehen sie gewöhnlich in größerer Zahl miteinander in Verbindung und stellen eine besondere Fruchtschicht dar; diese, auch Fruchthaut oder Hymenium genannt, ist oft untermischt mit sterilen Zwischenzellen, die gewöhnlich als Paraphysen bezeichnet werden, zuweilen auch mit drüsigen Zellen, den sogenannten Hymenialzellen oder Zystiden. Die Fruchtschicht wiederum wird häufig von einer besonders ausgebildeten Hyphenschicht getragen, dem sogenannten Fruchtträger, der sehr verschiedene Gestalt annehmen kann, z. B. die Form von Strängen, Blättern, Näpfen oder Bechern, Keulen oder Hüten. Oft verwächst der Fruchtträger mit dem Hymenium zu Fruchtkörpern oder Karposomen, die dann natürlich auch ihrerseits wieder recht verschiedenartig aussehen können. Liegen die Fruktifikationsorgane bei den Fruchtkörpern offen zutage, so heißen letztere gymnokarp oder nacktfrüchtig, und zwar hologymnokarp oder ganznacktfrüchtig, wenn die Fruktifikationsorgane von Anfang an offen liegen, hemigymnokarp oder halbnacktfrüchtig, wenn sich die Fruchtkörper erst im Laufe der Entwickelung öffnen. Sind die Fruktifikationsorgane dagegen im Fruchtkörper eingeschlossen, so heißen letztere kleistokarp oder geschlossenfrüchtig, und zwar eukleistokarp bei dauernd geschlossen bleibenden Fruchtkörpern, hemikleistokarp bei solchen, die zur Zeit der Reife die Fruktifikationsorgane heraustreten lassen. Die Hülle der kleistokarpen Fruchtkörper wird gewöhnlich als Peridie (Peridium) oder Fruchthülle bezeichnet, doch hat sie je nach der Beschaffenheit in besonderen Fällen auch noch andere Namen; so wird die gehäuseartige Hülle der Pyrenomyzeten Perithezium oder Fruchtgehäuse, die hautartige, später platzende Hülle der Agarikazeen Velum oder Schleier genannt, während die aus umgebildeten Sporen, nicht aus Hyphen, bestehende Hülle mancher Ustilagineen und Uredineen als unechte Peridie oder Pseudoperidie bezeichnet wird. Sitzen verschiedene Fruchtkörper gemeinsam auf einer Gewebsschicht oder in ihr eingebettet, so nennt man letztere Fruchtlager oder Stroma.

Sehr viel Veranlassung zur Diskussion hat die Entwickelungsgeschichte der Fruktifikationsorgane der Pilze gegeben. Während sie bei den Algenpilzen klar zutage liegt, hat man bei den höheren Pilzen sichere Resultate noch nicht erzielt. Bei vielen Pilzen hat man bestimmte Hyphenäste als Ausgangspunkte, Initiale bzw. Primordien, der Fruktifikationsorgane konstatieren können und sie als Karpogone oder Archikarpe bzw. als Askogone bezeichnet. Man glaubte nun auch bei manchen Formen Befruchtung der Karpogone nachweisen zu können, sei es durch Kopulation mit einer anderen, ein Antheridium darstellenden Hyphe, sei es durch die obenerwähnten Spermatien, von denen man annahm, daß sie nach Art der Trichogyne mancher Florideen vermittelst einer fadenförmigen Verlängerung des Karpogons mit letzterem in Verbindung träten. Jedoch ist das alles nichtsweniger als geklärt, da ein eigentlicher Befruchtungsprozeß bei den höheren Pilzen kaum irgendwo einwandfrei festgestellt werden konnte.

Sehr verschiedenartig ist auch die Verteilung der Fruktifikationsorgane bei den Pilzen. Während häufig nur eine einzige Fruktifikationsmethode vorkommt, finden sich

bei vielen Pilzen regelmäßig oder unter gewissen Bedingungen mehrere Fruktifikationsweisen. Namentlich kommen oft neben Schläuchen oder Basidien noch Konidienformen vor, die auch nicht selten für längere Perioden allein die Fortpflanzung der betreffenden Pilze übernehmen; bei vielen Arten sind sie sogar bis jetzt allein bekannt, weshalb diese auch als Fungi imperfecti oder Unvollständige Pilze bezeichnet werden.. Die einzelnen Arten können sogar mehrere Konidienformen besitzen, die sich zuweilen in regelmäßiger Folge ablösen.

Die Pilze gehören zu den verbreitetsten pflanzlichen Organismen: sie finden sich überall, wo überhaupt eine Vegetation existiert. Selbst in den kältesten Gebieten treten sie noch in großer Zahl auf, so daß sie dort die höheren Pflanzen an Artenreichtum wesentlich übertreffen; zählt man doch im arktischen Norwegen allein 600 Pilzarten. Auch in Deutschland übertrifft die Zahl der bekannten Pilze diejenige der Samenpflanzen bedeutend. Wenn für die Tropen die Zahl der höheren Pflanzen die der Pilze bisher übertrifft, so beruht das zweifellos nur auf der zurzeit noch mangelhaften Kenntnis der Pilze der wärmeren Gebiete. Bedenkt man, daß fast jede Pflanze und fast jedes Tier ihnen eigentümliche Pilzparasiten beherbergt, und setzt man dazu die ungeheure Menge der von verwesender Materie lebenden Saprophyten, speziell der Wälder, in Rechnung, so wird man verstehen, daß die bisher bekannten, auf etwa 50000 Arten zu schätzenden Pilze nur einen winzigen Teil der vorhandenen Pilzflora darstellen.

Die Zahl der im Wasser lebenden Pilze ist im Vergleich mit den landbewohnenden verhältnismäßig unbedeutend, was wohl mit der starken Konkurrenz zusammenhängt, welche die wasserbewohnenden Saprophyten unter den Pilzen an den von faulenden Stoffen lebenden Tieren sowie an den Spaltpilzen und Spaltalgen haben. Die im Wasser lebenden Pilze, die sämtlich der untersten Abteilung derselben, den Algenpilzen, angehören, sind mit wenigen Ausnahmen entweder Parasiten an lebenden oder Saprophyten an abgestorbenen Organismen. Sie sind fast alle Bewohner des süßen Wassers, im Seewasser finden sich nur äußerst wenige Pilze. Wie die Mehrzahl der höheren Süßwassergewächse haben auch die im Wasser lebenden Pilze meist eine weite Verbreitung, was übrigens bei vielen parasitischen Formen schon durch die weite Verbreitung ihrer Nährpflanzen bedingt ist.

Unter den auf dem Lande lebenden Pilzen sind die Saprophyten zum Teil sehr weit verbreitet, während viele andere wiederum verhältnismäßig enge Verbreitungssphären haben, die gewöhnlich mit sonstigen pflanzengeographischen Gebieten in Übereinstimmung stehen. Selbstverständlich sind die Saprophyten vor allem auf humusreichem Boden oder dort häufig, wo sich vegetabilische bzw. tierische Substanzen in größeren Mengen in Zersetzung befinden; abgefallenes Laub, Früchte, modernde Baumstämme, tierische Abgänge, verwesende Kadaver sind reiche Nährböden für saprophytische Pilze, selbst abgestorbene Federn und Haare dienen ihnen als Nahrung; vor allem sind aber menschliche Nährsubstanzen jeder Art geeignete Substrate speziell für Schimmel- und Hefepilze. Trockene Gegenden beherbergen naturgemäß nur eine kleinere Anzahl Pilze, wenngleich diese selbst in Wüsten nicht fehlen. Sehr anspruchslos in bezug auf Substrat und Feuchtigkeit sind vor allem die Flechtenpilze, die selbst auf fast trockenen Felsen und Rinden noch gedeihen, da sie ja in den von ihnen umschlossenen Algen ihre eigenen Nährstoffbereiter besitzen. Die parasitischen Pilze sind an den Wohnbezirk ihrer Nährpflanzen gebunden, und da die meisten an einzelne Arten oder Gattungen angepaßt sind, so ist ihre Verbreitung selten sehr ausgedehnt. Natürlich machen die Bewohner der wenigen Ubiquisten sowie der durch den Menschen verbreiteten

Kulturpflanzen und Unkräuter in dieser Beziehung eine Ausnahme, wenngleich es oft gelingt, Kulturpflanzen zu verbreiten, ohne die auf ihnen parasitierenden Pilze gleichzeitig mit einzuführen. Häufig jedoch folgen sie, durch irgendeinen Zufall eingeschleppt, später nach und richten dann zuweilen, wenn ihre Nährpflanzen die in ihrer Heimat besessene relative Immunität gegenüber den Parasiten verloren haben, um so größeren Schaden an.

Die Geschichte der Pilze ist noch in völliges Dunkel gehüllt, da infolge der weichen Beschaffenheit der Pilzkörper fossile Reste selten und schwer deutbar sind. Daß die Pilze bereits in geologisch sehr früher Zeit auftraten, kann freilich einem Zweifel nicht unterliegen, selbst wenn man der aus kolumbischen Kohlen der Silurperiode beschriebenen Rhizomorpha Sigillariae keine große Bedeutung beimessen will. Man muß die Existenz von Pilzen schon aus der Zersetzung der organischen Materie jener Zeit schließen, da die Spaltpilze nur unter gewissen Bedingungen die organischen Massen in ihre Bestandteile zu zerlegen vermögen. Wenn die Pilze nicht zur Zerstörung von Holz, Zellulose usw. von den ältesten Zeiten an beigetragen hätten, so müßten die Ablagerungen unzersetzter Materie unendlich viel gewaltiger sein, als sie tatsächlich sind. Bereits aus der Sekundärzeit sind einige auf Blättern wachsende Pilze bekannt, sogar Polyporazeen. In tertiären Hölzern erkennt man deutlich Zersetzungserscheinungen durch Pilze. Pilzsporen finden sich auch im Bernstein. Diese Reste sind aber viel zu spärlich, um Rückschlüsse auf die stammesgeschichtliche Entwickelung der Pilze zu gestatten, und es besteht leider auch wenig Hoffnung, auf diesem Wege zu einigermaßen sicheren Resultaten zu gelangen.

Es ist sehr schwer zu entscheiden, ob der Nutzen oder der Schaden der Pilze überwiegt. Um mit dem letzteren zu beginnen, so kann man wohl behaupten, daß es außer den Spaltpilzen keine Gruppe des Pflanzenreiches gibt, die den Menschen so viel zu schaffen macht wie die Pilze. Im Gegensatz zu den Spaltpilzen, welche den Haustieren und dem Menschen unmittelbar gefährlich werden, gibt es zwar unter den wirklichen Pilzen nur wenige, die den Organismus höherer Tiere bzw. des Menschen befallen, und auch dann halten sie sich meist an der Oberfläche und pflegen nur selten in die Organe selbst einzudringen, wie es z. B. bei dem Soorpilz, Saccharomyces albicans, der Fall ist, der die Mundschleimhaut befällt, sowie bei einigen Arten der Gattung Aspergillus, die ins Ohr, in die Hornhaut und in die Lunge eindringen. Dagegen leiden fast sämtliche Kulturpflanzen ungemein unter den Angriffen parasitischer Pilze, und deren Bekämpfung bzw. Verhütung ist eine der Hauptaufgaben der Wissenschaft der Pflanzenpathologie; die Ausgaben der Landwirtschaft und des Gartenbaues für solche Bekämpfungsmittel und ihre Anwendung belaufen sich auf ungezählte Millionen in jedem Jahre. Gewaltige Werte werden jährlich auch durch saprophytische Pilze vernichtet, speziell durch die Schimmel- und Hefepilze, von denen erstere mehr die festeren Nahrungsmittel, letztere die flüssigen zuckerhaltigen Stoffe befallen. Als Zerstörer des Holzes ist vor allem der Hausschwamm gefürchtet; durch Verstopfung von Wasserleitungsröhren wird der zu den Algenpilzen gehörende Leptomitus lacteus, der Abwasserpilz, zuweilen schädlich. Ganz gering dagegen ist der Schaden, den sogenannte giftige Pilze unmittelbar anrichten, wie denn auch deren Zahl verschwindend klein ist im Verhältnis zu der der ungiftigen. Am meisten Schaden richtet der oft mit dem Champignon verwechselte Knollenblätterschwamm (Amanita phalloïdes) an; weiter sind noch als giftige Pilze erwähnenswert der Pantherschwamm (Amanita pantherina), der durch die rote Färbung des Hutes auffällige Fliegenpilz (Amanita muscaria), der Speiteufel (Russula emetica), der Giftreizker (Lactaria

torminosa), einige Löcherschwämme (Boletus satanas, lupinus) sowie vielleicht die falsche Trüffel (Scleroderma vulgare).

Der Nutzen der parasitischen Pilze für den Menschen ist sehr gering; von Bedeutung ist nur die Familie der Entomophthorazeen, der insektentötenden Pilze, namentlich die beiden Gattungen Empusa und Entomophthora, deren Arten viele schädliche Insekten, besonders Raupen, vernichten; auch die zu den Fungi imperfecti gehörende und teilweise als Konidienform der Askomyzetengattung Cordiceps erkannte Gattung Isaria tötet zahlreiche Insekten. Weit größer ist der Nutzen der saprophytischen Pilze, von denen eine große Zahl als Nahrungsmittel Verwendung findet, während andere der Technik, Industrie und Medizin dienstbar gemacht worden sind.

Eßbar sind vor allem zahlreiche Hutpilze aus den Familien der Agaricaceae und Polyporaceae, auch einige zum Teil riesenhafte tropische Sklerotien derselben Familien, besonders der Gattungen Lentinus und Polyporus, die häufig unter dem Namen Pachyma und Mylitta beschrieben werden; ferner die meisten Arten der Terfeziaceae, Eutuberaceae, Helvellaceae, Clavariaceae, Hydnaceae sowie einige Lycoperdaceae. Manche Pilze gelten als Delikatessen, so die hauptsächlich als Gewürz verwendeten, zu der Familie der Eutuberazeen gehörenden Trüffeln, Tuber aestivum, brumale, magnatum usw., vor allem aber die zu den Agarikazeen gehörenden Champignons (Psalliota campestris). Als Speisepilze sind besonders beliebt der zu den Polyporazeen gehörende Steinpilz (Boletus bulbosus), die zu den Agarikazeen gehörenden Pfifferlinge (Cantharellus cibarius), einige Reizker (Lactaria deliciosa und volema), der Kaiserschwamm (Amanita caesarea) sowie die zu den Helvellazeen gehörenden Morcheln (Morchella esculenta und conica) und Lorcheln (Gyromitra esculenta). Mehr als Gewürz gebraucht man den kleinen, unter dem Namen Mußeron bekannten Hutpilz (Marasmius alliatus). Auch der armen Bevölkerung dienen im Herbste die Pilze in großem Maßstabe als Nahrungsmittel, und sie würden es wohl noch in weit höherem Grade tun, wenn nicht die Furcht vor der Giftigkeit viele Leute von dem Sammeln und der Verwendung der Pilze abschrecken würde. Da die Hyphen eine im Verhältnis zu den höheren Pflanzen auffallend große Menge von Eiweißstoffen enthalten, kommt den Pilzen ein außerordentlich hoher Nährwert zu, der aber durch die relativ schwere Verdaulichkeit der Pilzzellulose beeinträchtigt wird. Auch unter den Flechten gibt es eßbare Arten, vor allem ist die Mannaflechte (Lecanora esculenta) in dieser Beziehung berühmt, da sie es ist, die nach der Ansicht vieler Forscher das Manna der Bibel, das dem Volke Israel auf der Wüstenwanderung zur Nahrung diente, geliefert hat. Auch die Renntierflechte (Cladonia rangiferina) ist hier zu erwähnen, da die Existenz der Renntierherden des Nordens großenteils von dieser unter dem Schnee ausdauernden Pflanze abhängig ist.

Von fundamentaler Bedeutung sind die Pilze für die Industrien zur Erzeugung alkoholischer Substanzen; die Bereitung von Bier, Wein, Sake, Kumis, Kefir sowie die Spiritusbrennerei beruhen ebenso wie die Bäckerei auf den gärungerregenden Eigenschaften der Hefepilze, während bei der Herstellung vieler besonders in Ost- und Südasien beliebter Speisen und Gewürze sowie auch bei einigen unserer Käsesorten Schimmelpilze der Gattungen Penicillium und Aspergillus eine große Rolle spielen, sei es als Diastaseerzeuger, sei es durch Bildung aromatischer Nebenprodukte.

Im übrigen sind die Pilze für die Technik nur von geringer Bedeutung. Einige holzige Polyporazeen werden zur Verfertigung von Ornamenten, Konsolen usw. verwendet,

der Zunderschwamm, Fomes fomentarius, dient als Zunder, auch findet das Material in Thüringen bei der Herstellung von Mappen, Kästen usw. Verwendung. Die Orseilleflechte, Roccella tinctoria, sowie verwandte Arten liefern Orseillefarbstoff und Lakmus, die Bartflechte, Usnea barbata, Kissenstopfmaterial.

In der Medizin fanden zwar früher zahlreiche Pilze Verwendung, z. B. diente der Feuerschwamm, Fomes igniarius, zum Stillen von Blutungen, der Lärchenschwamm, Polyporus laricis, als Purgiermittel, und es gibt wohl kein Land, in dessen Volksmedizin die Pilze nicht noch heute eine Rolle spielen. Von Bedeutung und bei uns offizinell ist aber nur noch das Mutterkorn, das sogenannte Secale cornutum, das Sklerotium von Claviceps purpurea, einer besonders in den Ähren des Roggens vorkommenden Hypocreazee, sowie das zu den Flechten gehörende Isländische Moos, Cetraria islandica, das bei Erkrankungen der Respirationsorgane noch heute häufig als Heilmittel benutzt wird.

Klasse 1:

Phycomycetes oder Algenpilze.

Die Algenpilze werden zuweilen den übrigen, als Echte Pilze, Eumycetes, zusammengefaßten Klassen gegenübergestellt. Sie nehmen den untersten Platz unter den Pilzen deshalb ein, weil sie gewöhnlich kein echtes Pilzgewebe bilden und meist nur einzellig sind, selbst in den zahlreichen Fällen, wo sie schlauchförmige und verzweigte Hyphen aufweisen; auch der Fruchtträger ist, wenn er überhaupt vorhanden ist, nur wenig differenziert, nämlich gewöhnlich nur fadenförmig. Die Fruchtformen der Algenpilze sind dagegen mannigfaltiger als die der meisten höheren Pilze, da neben Sporangien, oft mit Schwärmsporen, oder Konidien auch eine geschlechtliche Fortpflanzung durch Zygo- oder Oosporen vorkommt. Sowohl hierdurch als auch durch das bei ihnen vorherrschende Wasserleben schließen sie sich am ehesten von allen Pilzen den Algen an. Sie zerfallen ihrer geschlechtlichen Fortpflanzungsweise gemäß in zwei sehr natürliche Reihen, in die Zygomycetes oder Jochpilze, deren geschlechtlich gebildete Sporen durch Kopulation des Inhalts gleicher oder ähnlicher Zellen entstehen, und in die Oomycetes oder Eipilze, bei denen die geschlechtlich erzeugten Sporen aus dem Inhalt einer Eizelle (Oogonium) entstehen, die von dem übertretenden Inhalt der Befruchtungszelle (Antheridium) befruchtet wird.

Reihe 1:

Zygomycetes oder Jochpilze.

Die Jochpilze sind kleine, schimmelartige Pilze mit reichverzweigten fadenförmigen, bis zur Zeit der Fruchtreife einzelligen Hyphen. Die ungeschlechtlich erzeugten Sporen entstehen entweder einzeln oder zu mehreren in Sporangien, oder sie werden an der Spitze von Fruchtträgern als Konidien abgeschnürt, die man jedoch häufig als einsporige reduzierte Sporangien ansieht. Man unterscheidet zwei Ordnungen, die Mucorineae oder Schimmel-Jochpilze und die Entomophthorineae oder Insektentötenden Jochpilze, von denen sich die ersteren durch deutliche oder konidienartige Sporangien auszeichnen, während die letzteren nur einzeln am Ende des Fruchtträgers abgeschnürte Konidien haben; erstere zeigen in ihren Endosporen Anklänge an die Askomyzeten, letztere haben durch ihre Akrokonidien Ähnlichkeit mit den Basidiomyzeten. Die geschlechtliche Fortpflanzung findet in beiden Abteilungen durch Zygosporen statt.

Ordnung 1:

Mucorineae oder Schimmel-Jochpilze.

Die Schimmel-Jochpilze sind größtenteils Saprophyten, zuweilen freilich auch Parasiten auf anderen Pilzen; die Saprophyten entsenden in die Nährsubstanz ein sich reich verzweigendes Nährmyzel (Abb. 16, A 1, D 1), die Parasiten meist nur kurze Nährzweige (Haustorien), die sich der Nährpflanze blasenförmig anlagern oder in sie eindringen

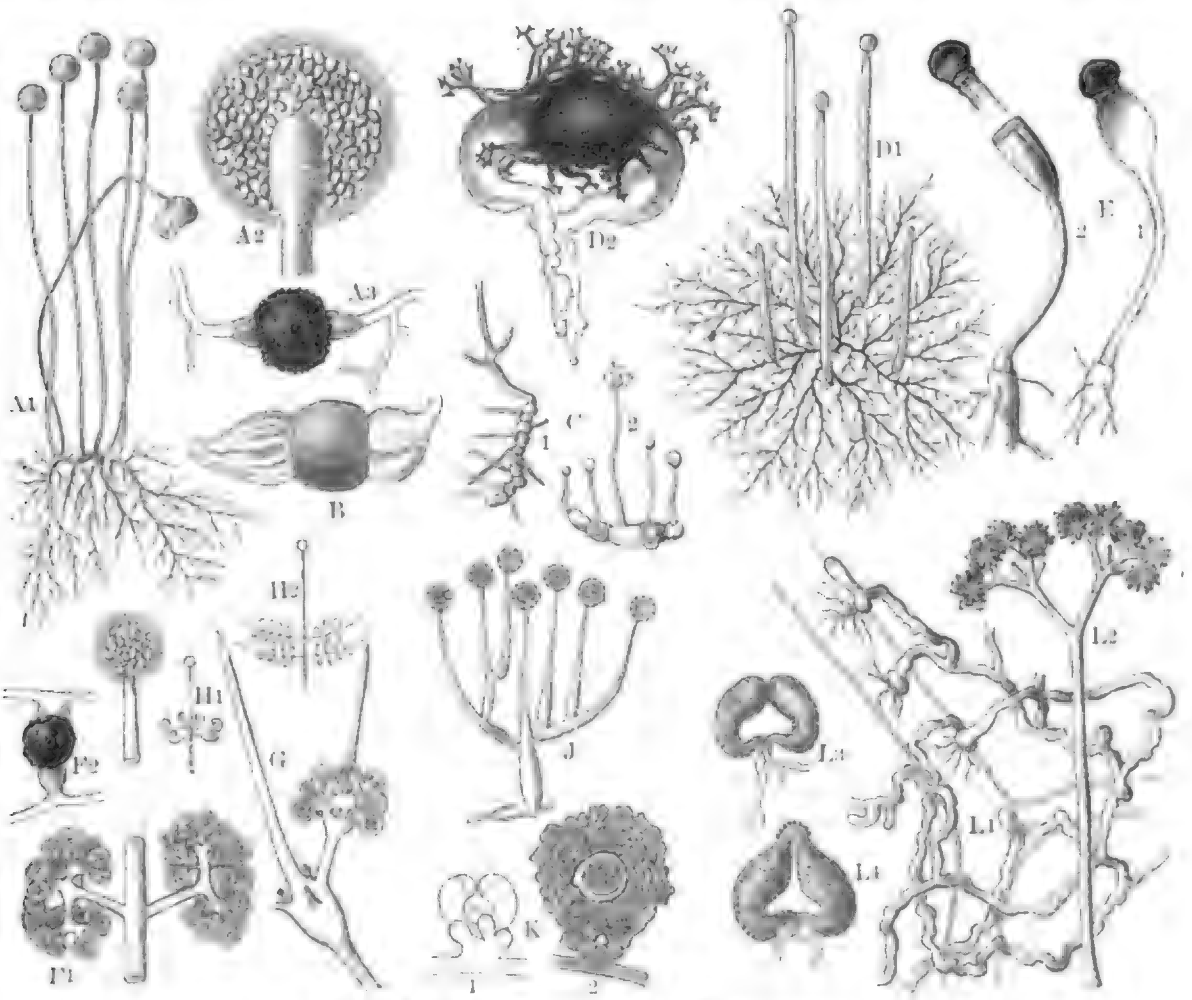


Abb. 16: Schimmel-Jochpilze (Mucorineae).

A Mucor mucedo: 1 Ganze Pflänzchen mit in der Nährsubstanz sich ausbreitendem Myzel und zahlreichen Sporangienträgern; 2 Sporangium mit Kolumella; 3 Zygospore.
B Mucor fusiger: Zygospore.
C Mucor racemosus: 1 Gemmenbildung; 2 Sporangienträger bildende Gemmen.
D Phycomyces nitens: 1 Ganzes Pflänzchen; 2 Zygospore.
E Pilobolus crystallinus: 1 Ganzes Pflänzchen; 2 dasselbe, das Sporangium abschleudernd.
F Thamnidium elegans: 1 Sporangienträger mit zweierlei Sporangien; 2 Zygospore.
G Thamnidium Fresenii: Sporangienstand mit Dornfortsätzen.
H Thamnidium amoenum: 1 Einfach verzweigter Sporangienstand; 2 doppelt verzweigter Sporangienstand.
J Mortierella candelabrum: Verzweigter Sporangienstand.
K Mortierella nigrescens: 1 Suspensoren; 2 Zygospore.
L Piptocephalis Freseniana: 1 Myzel auf dem Myzel von Mucor mucedo; 2 Sporangienstand; 3 Suspensoren; 4 Bildung der Zygospore.

(Abb. 16, L 1). Einige Arten vermögen einzelne Teile der Hyphen in kugelige oder längliche Abschnitte zu zerlegen, die **Gemmen** oder, wenn sie sporenartig sind, **Zysten** genannt werden. Häufig werden diese Zellen wegen ihrer Ähnlichkeit mit echter Hefe als **Scheinhefe** bezeichnet, und sie vermögen auch, in traubenzuckerhaltigen Flüssigkeiten untergetaucht, alkoholische Gärung zu erregen; sie sind jedoch nicht wie die eigentliche Hefe imstande, Rohrzucker zu vergären. Im Gegensatz zu der echten Hefe besitzt die Scheinhefe die Fähigkeit, durch Aussprossung neue Pilzfäden oder sogar unmittelbar Fruchtträger zu bilden (Abb. 16, C 1, 2).

Die Mucorineae sind in etwa 15 Gattungen und 130 Arten über die ganze Erde verbreitet, größtenteils aber nur von Mitteleuropa bekannt, da man ihnen in den Tropen bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Man unterscheidet fünf Familien, die sich indessen untereinander sehr nahe stehen und kaum so hohe Verwandtschaftsgrade repräsentieren, wie sie mit dem Namen von Familien bezeichnet zu werden pflegen.

Die Familie der **Mucoraceae** oder **Kopfschimmel-Jochpilze** ist die wichtigste, da zu ihr einige unserer gewöhnlichsten Schimmelpilze zählen. Sie zeichnet sich durch die viele Sporen enthaltenden Sporangien aus, in deren Inneres das Ende des Sporangienstieles als sogenannte Kolumella eindringt (Abb. 16, A 2). Die Zygosporen liegen zwischen den meist keulig verdickten, bis zuletzt einzellig bleibenden Hyphenenden, den sogenannten Suspensoren (Abb. 16, A 3, B, D 2).

Die artenreichste Gattung, Mucor oder Kopfschimmel, ist in etwa 50 Arten über die ganze Erde verbreitet und enthält einige wirkliche Kosmopoliten: hierzu gehören vor allem der häufigste Schimmel auf Mist, der Mist-Kopfschimmel, Mucor mucedo (Abb. 16, A), sowie der auf faulenden vegetabilischen Massen wie Früchten und Brot überall vorkommende, zur Zystenbildung geneigte traubige Kopfschimmel, M. racemosus (Abb. 16, C), dessen Zygosporenmembran gelblich gefärbt und mit Höckern oder Leisten bedeckt ist, während M. mucedo schwarze warzige Zygosporen hat. Der gleichfalls auf faulenden Vegetabilien weitverbreitete ausläufertragende Kopfschimmel, M. stolonifer, zeichnet sich durch kriechende Hyphen aus, die ähnlich den Ausläufern der Erdbeere bei Berührung des Substrates wieder Wurzeln schlagen. In die Blutbahn von Kaninchen gebracht, wirken die Sporen einiger Arten dieser Gattung krankheiterregend, so besonders der wohl aus wärmeren Gegenden stammende, bei uns nur in Laboratoriumskulturen vorkommende doldentraubige Kopfschimmel, M. corymbifer.

Während die Rasen der Mucor-Schimmel selten höher werden als 1 cm, werden die des Riesenschimmels, Phycomyces nitens (Abb. 16, D), bis 3 cm hoch; sie finden sich besonders in Ölmühlen, aber auch auf Brot, Gerberlohe usw. Sehr interessant sind bei dieser Gattung die zangenförmig gekrümmten, mit verzweigten Dornen besetzten Suspensoren der Zygosporen (Abb. 16, D 2).

Die hauptsächlich auf Mist, aber auch sonst auf faulenden Vegetabilien vorkommende Gattung Thamnidium oder Strauchschimmel zeichnet sich durch zweierlei Sporangien aus, indem das größere endständige Sporangium eine Kolumella hat, die den kleineren seitenständigen fehlt (Abb. 16, F 1). Die Seitenäste sind zuweilen spiralig eingerollt (Abb. 16, H), oder sie enden in dornigen Spitzen (Abb. 16, G).

Sehr eigenartig ist die gleichfalls hauptsächlich Mist bewohnende Gattung Pilobolus, der Schleuder- oder Hutwerf-Schimmel, dessen Sporangien in der unteren Hälfte dünnhäutig sind und zerfließen, so daß sie sich bei der Reife von dem keulig angeschwollenen Sporangienträger trennen und fortgeschleudert werden (Abb. 16, E).

Die Familie der **Mortierellaceae** oder **Hüllschimmel-Jochpilze** besitzt durch Hyphengeflecht eingehüllte Zygosporen (Abb. 16, K), entbehrt aber der Kolumella in den Sporangien. Die Sporangienträger sind zuweilen verzweigt (Abb. 16, J). Die wenigen Arten der zwei Gattungen dieser Familie sind kleine, Mist oder modernde Hutpilze bewohnende Schimmel ohne weitere Bedeutung.

Die Familien der **Choanephoraceae, Chaetocladiaceae** und **Piptocephalidaceae** haben einsporige konidienartige Sporangien, die ersteren daneben auch wirkliche Sporangien.

Die einzige Art der Choanephoraceae bewohnt lebende Blätter höherer Pflanzen in Indien, die zwei Arten der Chaetocladiaceae parasitieren auf Mucor-Schimmelpilzen, während die drei Gattungen der Piptocephalidaceae teils auf Schimmel- und anderen Pilzen parasitieren (Abb. 16, L 1), teils auf Mist usw. leben. Sie zeichnen sich durch Ketten bildende Konidien (Abb. 16, L 2) sowie dadurch aus, daß die Zygosporen aus der Spitze der verschmelzenden Suspensoren hervorsprießen (Abb. 16, L 3, 4).

Ordnung 2:
Entomophthorineae oder Insektentötende Jochpilze.

Diese Abteilung besteht nur aus der einen Familie der **Entomophthoraceae**, einer kleinen Gruppe, die sieben Gattungen umfaßt, von denen vier lebende Insekten bewohnen, während Basidiobolus auf Exkrementen von Fischen, Conidiobolus auf Zitterpilzen (Tremellineen), Completoria auf Farnprothallien gefunden werden. Fast alle sind parasitische Pilze, deren verzweigte und schließlich auch in Zellen geteilte Hyphen sich im wesentlichen innerhalb des Nährorganismus entwickeln. Als Sporen dienen einzellige Konidien, die sich am Ende schlauchförmiger, aus dem Substrat hervortretender Sporenträger (Basidien) abschnüren und bei der Reife fortgeschleudert werden (Abb. 17, A 4, 5; B 4, 5; C 1—3). Die

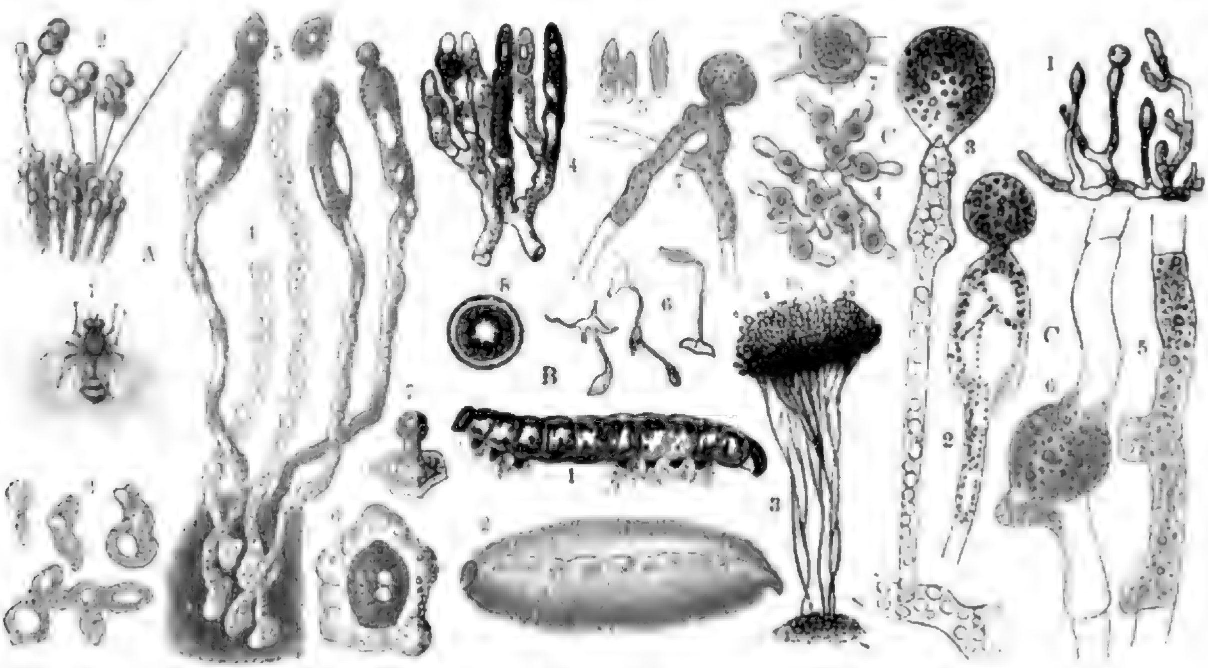


Abb. 17: Insektentötende Jochpilze (Entomophthorineae).

A Empusa muscae: 1 Eine von dem Pilz befallene Fliege; 2 fruktifizierende Schläuche; 3 vegetative Zellen aus dem Fettkörper der Fliege; 4 Konidienträger; 5 abgeschleuderte Konidie; 6 eine Konidie, von Schleim umhüllt; 7 sekundäre Konidienbildung. B Entomophthora sphaerosperma: 1 Raupe des Kohlweißlings, von dem Pilz befallen; 2 dieselbe, von dem Pilz getötet; 3 Sporenträgerbüschel auf dem Rücken der Raupe; 4 verzweigte Sporenträger; 5 Konidien; 6 sekundäre und tertiäre Konidienbildung; 7 Dauersporenbildung; 8 Dauerspore. C Basidiolobus ranarum: 1 Myzel mit Sporenträger; 2 einzelner Sporenträger; 3 derselbe, in Glyzerin gelegt; 4 Myzel mit Dauersporen; 5 Beginn der Zygosporenbildung; 6 Vereinigung des Zellinhalts; 7 Zygospore.

Schleuderbewegung wird entweder dadurch ausgelöst, daß der aufquellende Inhalt der Tragzelle ihre obere Zellwand sprengt, oder daß die Kolumella vordringt; bei Basidiolobus löst sich sogar vorher auch noch das keulige Ende der Basidie von dem Basalteil ab. Finden die sofort keimenden Sporen kein Substrat, so vermögen sie sekundäre und sogar tertiäre Konidien zu bilden (Abb. 17, A 7, B 6). Die Zygosporen entstehen durch Verschmelzung zweier Hyphenzellen im Nährsubstrat (Abb. 17, C 5, 6); sie umgeben sich mit dicker Membran (Abb. 17, C 7) und dienen als Dauersporen; es kommen aber auch ungeschlechtlich gebildete, Azygosporen genannte Dauersporen (Abb. 17, B 8, C 4) vor.

Am wichtigsten sind die beiden Gattungen Empusa und Entomophthora, von ersterer besonders Empusa muscae, der fliegentötende Jochpilz (Abb. 17, A), der die sogenannte Fliegenkrankheit hervorruft, an der zahllose Fliegen eingehen. Man erkennt den Pilz leicht daran, daß die Fliege an der Unterlage festklebt und von einem feinen weißen Schimmel eingehüllt zu sein scheint (Abb. 17, A 1). Dieser

Glorienschein besteht aus den Sporenträgern des Pilzes (Abb. 17, A 4), während das die Nahrung aufnehmende Sekret im Körper der Fliege als kurze, verschiedengestaltete, oft hefeartig sprossende Glieder vegetiert (Abb. 17, A 3). Die bis zu 3 cm weit fortgeschleuderten Konidien sind von der kleberigen, gelatinösen Masse des Protoplasmas der Sporenträger umhüllt (Abb. 17, A 6), haften daher leicht an einer vorüberfliegenden Fliege und übertragen so die Krankheit. An Fenstern erkennt man gut die abgeschleuderten Konidien als feinen, weißen Staub, der ringförmig die Fliege umgibt. Eine zweite Art (E. aulicae) ist ein wichtiger Faktor bei der Bekämpfung waldvernichtender Raupen (z. B. der Kieferneule), tritt aber auch an gehegten Raupen als Schädling auf. Andere Arten vernichten Heuschrecken, Zikaden, Blattwespen, Leuchtkäfer usw.

Die kleine Gattung Lamia, durch fadenförmige sterile Zellen (Zystiden), die zwischen den Sporenträgern hervorragen, ausgezeichnet, befällt hauptsächlich Mücken, während die artenreichste Gattung der Familie, Entomophthora, mit ihren dreißig Spezies die verschiedensten Insekten, darunter Blattläuse und Köcherfliegen, heimsucht; diese Gattung entwickelt deutlich fadenförmige, auch an die Oberfläche des Tieres heraustretende Hyphen, die den Körper durch Haftfaserbündel an der Unterlage befestigen (Abb. 17, B 1) und verzweigte Sporenträger bilden (Abb. 17, B 3, 4). Im Gegensatz zu den vorhergehenden Gattungen finden sich bei dieser neben den ungeschlechtlichen Dauersporen auch durch Kopulation erzeugte Zygosporen. Die bekannteste Art ist E. sphaerosperma (Abb. 17, B), die Raupen befällt und besonders häufig die der Kohlweißlinge ganz mit einem weißen Schimmel einhüllt (Abb. 17, B 2). Die Erdraupen von Agrotis segetum werden durch Tarichium megaspermum, einen sich nur durch Dauersporen vermehrenden Pilz, mumifiziert, wobei sie sich schwarz färben. Von dem auf Froschmist gefundenen Basidiolobus ranarum (Abb. 17, C) nimmt man an, daß er ursprünglich von Insekten, die vom Frosch gefressen seien, herrühre.

Reihe 2:
Oomycetes oder Eipilze.

Die Eipilze sind kleine saprophytische oder parasitische Pilze mit zum Teil recht schwach entwickelten Hyphen. Die geschlechtlich entwickelten Sporen werden nicht infolge Kopulierung zweier annähernd gleicher Zellen gebildet, sondern nach Übertritt des Inhaltes einer Befruchtungszelle (Antheridium) in eine Eizelle (Oogonium) zieht sich der Inhalt der letzteren zu einer kugeligen Oospore zusammen.

Man unterscheidet fünf Ordnungen in dieser Reihe; davon sind zwei stark reduziert, mit fast oder ganz fehlenden vegetativen Hyphen, nämlich die Chytridiineae und Ancylistineae, während die übrigen, nämlich die Monoblepharidineae, die Saprolegniineae und die Peronosporineae, gewöhnlich deutliche Hyphenfäden erkennen lassen.

Ordnung 1:
Monoblepharidineae oder Spermatozoid-Eipilze.

Diese Gruppe besteht aus nur einer Familie, den Monoblepharidinaceae, mit zwei Gattungen und wenigen Arten.

Es sind kleine, auf faulenden organischen Geweben im Wasser lebende Pflänzchen mit einzelligem verzweigten Myzel und endständigen zylindrischen Zoosporangien, deren Schwärmsporen nur eine Geißel besitzen. Auch die kugeligen einsporigen Oogonien sind endständig; die zylindrischen Antheridien befinden sich gewöhnlich unterhalb derselben. Charakteristisch ist, daß die Befruchtung des Oogoniums durch Spermatozoïden bewirkt wird, die in geringer Zahl in den Antheridien entstehen und durch ein Loch in die Oogonien eindringen. Bei allen übrigen Oomyzeten haben die befruchteten Zellen keine selbsttätige Bewegung. Monoblepharis sphaerica ist die bekannteste Art dieser Familie.

Ordnung 2:
Saprolegniineae oder Wasserfaden-Eipilze.

Diese Ordnung steht der vorigen sehr nahe; mit wenigen Ausnahmen sind es gleichfalls im Wasser auf faulenden organischen Materien lebende Pilze, mit meist gutentwickelten schlauchförmigen, einzelligen, aber mehr oder weniger verzweigten Hyphen und endständigen

Zoosporangien sowie Oogonien. Die gewöhnlich keuligen oder zylindrischen (Abb. 18, A 2, C 2), seltener eiförmigen oder kugeligen (Abb. 18, G 1) Zoosporangien erzeugen durch gleichzeitige Teilung zahlreiche Schwärmsporen, die entweder einzeln oder zu Klumpen aneinander haftend das Sporangium verlassen. Bei **Pythium** (Abb. 18, G 2—4) tritt sogar zuweilen der Inhalt des Sporangiums aus einem langen Halse desselben als Blase heraus, in der dann erst die Bildung von Schwärmsporen vor sich geht. Die Schwärmsporen sind ent-

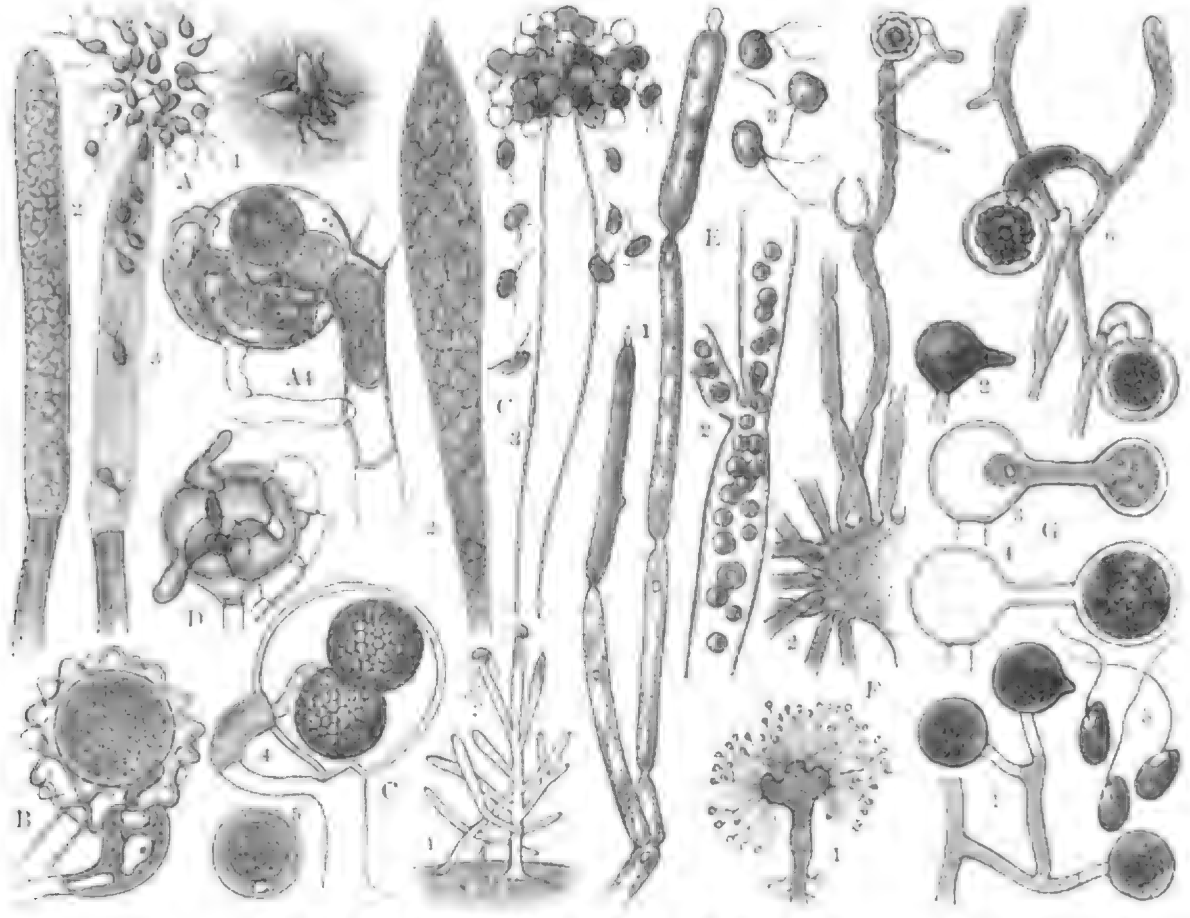


Abb. 18: Wasserfaden-Eipilze (Saprolegniineae).

A **Saprolegnia Thureti**: 1 Fliege mit Saprolegnia-Rasen; 2 Zoosporangium; 3 Ausschlüpfen der Zoosporen; 4 Oogonium und Antheridium.
B **Saprolegnia asterophora**: Oogonium und Antheridium.
C **Achlya prolifera**: 1 Pflänzchen, stark vergrößert; 2 Zoosporangium; 3 Austreten der Zoosporen; 4 Oogonium und Antheridium; 5 Oospore.
D **Achlya polyandra**: Oogonium mit keimenden Oosporen.
E **Leptomitus lacteus**: 1 Teil eines Myzelfadens mit jungen Zoosporangien; 2 Stück eines reifen Zoosporangiums; 3 Zoosporen.
F **Rhipidium interruptum**: 1 Ganzes Pflänzchen; 2 Stück des Scheitels mit Nebenästen, einem entleerten Zoosporangium und einem Oogonium mit Antheridium.
G **Pythium de Baryanum**: 1 Myzelfaden mit Zoosporangien; 2, 3, 4 Austreten des Inhalts des Zoosporangiums; 5 Zoosporen; 6 Oogonium und Antheridium.

weder eiförmig mit zwei Geißeln am vorderen Ende (Abb. 18, A 3) oder bohnenförmig mit zwei seitlichen Geißeln (Abb. 18, E 3). Bei **Saprolegnia** gelangen die ersteren zur Ruhe, häuten sich und werden in letzterer Form nochmals beweglich; man bezeichnet sie daher als diplanetisch. Schließlich keimen die zur Ruhe gekommenen Sporen in der üblichen Weise durch einen Keimschlauch. Die Oogonien sind gewöhnlich kugelig und enthalten eine oder mehrere Eizellen oder Oosphären. Die Befruchtung geht so vor sich, daß sich die meist keulenförmige, auf einem Nebenast sitzende männliche Geschlechtszelle, Antheridium, an das Oogonium legt und einen Befruchtungsschlauch hineintreibt; bei den **Pythiaceae** ist eine wirkliche Entleerung des Schlauches und also eine körperliche Verschmelzung nachweisbar. Zuweilen keimen die meist dickhäutigen Oosporen auch ohne Befruchtung. Bei der Gattung

Pythium treten außer den Zoosporangien noch ihnen sehr ähnliche Konidien auf, die abfallen und erst später Zoosporen entwickeln oder auch unter Bildung von Keimschläuchen zur Keimung gelangen. Bei der Gattung Aplanes haben sogar die Sporen der gewöhnlichen Sporangien ihre Beweglichkeit eingebüßt und gelangen innerhalb des Sporangiums zur Keimung durch Schläuche. Man erblickt in dieser Gattung einen Übergang zu den Askomyzeten.

Von den drei Familien, den Saprolegniaceae, den Leptomitaceae und den Pythiaceae, werden die beiden letzten neuerdings auch zur Ordnung der Ancylistineae gebracht, im Hinblick auf die geschlechtlichen Verhältnisse bilden aber die Pythiaceae eher einen Übergang zu den Peronosporaceae.

Die Familie der **Saprolegniaceae** oder **Zylinderfrucht-Eipilze** zeichnet sich durch zylindrische Zoosporangien und viele Eizellen enthaltende Oogonien aus. Sie besteht aus acht Gattungen, die nur wenige Arten umfassen.

Am artenreichsten und gleichzeitig in wirtschaftlicher Beziehung am wichtigsten sind die Gattungen Saprolegnia (Abb. 18, A, B) und Achlya (Abb. 18, C, D), deren meiste Arten im Wasser auf toten Insekten leben. Freilich befallen manche Arten auch lebende Fische und Krebse, gewöhnlich zwar nur kranke, zuweilen aber auch gesunde, bei denen sie dann selbst erst Erkrankung bewirken; sie können sogar Epidemien unter den Fischen und Krebsen hervorrufen, indem das Hyphengeflecht sich nicht nur äußerlich auf den Flossen, Kiemen und der Augenhornhaut ausbreitet, sondern bis ins Innere der Tiere zwischen die Muskelfasern eindringt und sie tötet. So z. B. hat Aphanomyces astaci als Krebspest fast ein Jahrzehnt die Krebse in Schlesien dezimiert, und Saprolegnia-Arten vernichten oft den Laich von Fischen, besonders in den Fischzuchtanstalten. Auch auf lebenden Algen parasitierende Arten kommen vor, wie schon der Name Aphanomyces phycophilus andeutet.

Für die kleine Familie der **Leptomitaceae** oder **Gliederfaden-Eipilze** ist die Gliederung der Hyphen charakteristisch: sie wird entweder durch Einschnürungen ohne Zellteilungen bewirkt, so z. B. bei Leptomitus, dem Algenpilz (Abb. 18, E 1), oder sie besteht in verschiedener Ausbildung von Hauptstamm und Nebenästen, so bei Rhipidium (Abb. 18, F); die Zoosporangien sind zylindrisch.

Erwähnenswert ist nur Leptomitus lacteus, der Abwasserpilz (Abb. 18, E 1), der in fließendem Wasser auf faulenden Reisern wächst und namentlich dort, wo Abwässer die Wasserläufe verunreinigen, speziell solche von Zucker-, Spiritus- und Stärkefabriken, ganz besonders kräftig gedeiht. Die Pilzrasen bilden hier lange Zöpfe, die mit Lämmerschwänzen verglichen werden, und machen durch ihre Zersetzung das Wasser für Fischzucht unbrauchbar und übelriechend.

Die Familie der **Pythiaceae** oder **Kugelfrucht-Eipilze** ist durch ihre kugeligen, vom Myzel abgegliederten Sporangien und Oogonien sowie die Konidienbildung ausgezeichnet. Sie besteht aus nur zwei Gattungen saprophytischer oder parasitischer Pilze mit feinen fadenartigen Hyphen.

Von Wichtigkeit ist allein die Gattung Pythium, deren 16 Arten nur zum Teil im Wasser auf Insekten und faulenden Vegetabilien leben, wie das sehr häufige P. proliferum. Andere Arten leben parasitisch auf Pflanzen in feuchter Luft, besonders P. de Baryanum (Abb. 18, G), ein sehr schädlicher Pilz, der auf den verschiedensten jungen Pflanzenteilen wächst und namentlich auf Saatbeeten unter Keimpflanzen oft großen Schaden anrichtet. Interessant ist, daß eine Art dieser Gattung sich das Essigälchen als Nahrungsmittel ausgesucht hat.

Ordnung 3:

Peronosporineae oder Konidien-Eipilze.

Diese wichtige Pilzgruppe schließt sich den Saprolegniineae eng an, unterscheidet sich aber von diesen vor allem durch die zu abfallenden Konidien reduzierten, gewöhnlich zahlreich beieinander sitzenden Sporangien sowie die meist reich verzweigten, von den vegetativen Hyphen nicht abgegrenzten Konidienträger. Es sind parasitische, nicht im Wasser lebende

Organismen. Manche der nicht sehr zahlreichen und nur wenigen Gattungen angehörenden Arten sind dadurch von erheblicher Bedeutung, daß sie Kulturgewächse schädigen.

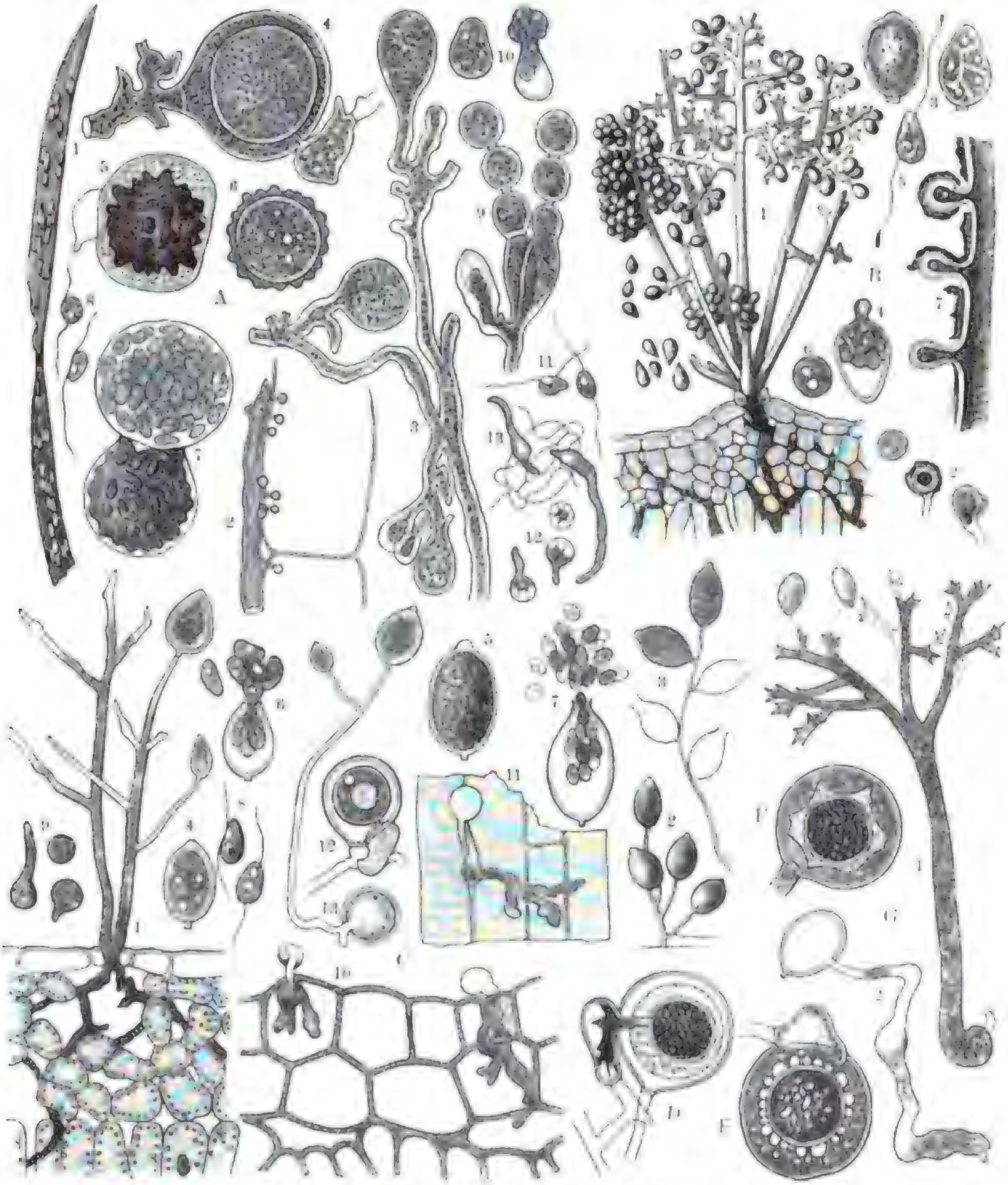


Abb. 19: Konidien-Eipilze (Peronosporineae).

A Albugo candida: 1 Kruziferenblatt mit Kolonien dieses Pilzes; 2 Hyphe mit Haustorien; 3 Hyphen mit jungen Oogonien; 4 Oogonium und Antheridium im Stadium der Befruchtung; 5 Oogonium mit Oosphäre; 6 Oosphäre; 7 Austreten der Zoosporen aus der Oosphäre; 8 Zoosporen; 9 Konidienträger mit kettenförmig gereihten Konidien; 10 Konidien während der Schwärmsporenbildung; 11 Schwärmsporen; 12 Keimung der Schwärmsporen; 13 Eindringen der Keimschläuche in eine Spaltöffnung.
B Plasmopara viticola: 1 Pilz mit Konidien, einem Weinblatt entsprossend; 2 einzelne Konidien; 3, 4 Schwärmsporenbildung in den Konidien; 5 Schwärmspore; 6 zur Ruhe gekommene Schwärmspore; 7 Hyphenstück mit Haustorien.
C Phytophthora infestans: 1 Pflänzchen, im Blatte der Nährpflanze Myzelfäden treibend; 2, 3 Konidienstände; 4–8 Bildung der Zoosporen; 9 Keimung der Zoosporen; 10, 11 Eindringen der Keimschläuche in die Nährpflanze; 12 Oogonium und Antheridium im Stadium der Befruchtung; 13 Oospore, zu einem Konidienträger auskeimend.
D Phytophthora cactorum: Befruchtungsvorgang.
E Peronospora alsinearum: Oosporenbildung.
F Peronospora effusa: Oosporenbildung.
G Peronospora leptosperma: 1 Kondienträger; 2 Keimung der Konidie.

Das reichentwickelte Hyphengeflecht durchdringt mit seinen verzweigten Fäden die Zellsubstanz der Nährpflanzen (Abb. 19, B 1, C 1), indem es in die einzelnen Zellen Saugorgane (Haustorien) sendet, um den Inhalt der Zellen den Hyphen zuzuführen (Abb. 19, A 2, B 7). Die **Konidienträger** treten gewöhnlich aus der Nährpflanze heraus und bilden an ihren Verzweigungen kettenförmig stehende (Abb. 19, A 9) oder traubig angeordnete (Abb. 19, B 1, C 2, 3) eiförmige oder kugelige Konidien. Diese fallen ab, der Inhalt teilt sich, die Teile sprengen die Wandung (Abb. 19, A 10, B 3, C 4—7) und werden zu Zoosporen, die sich mittels zweier Wimpern fortbewegen (Abb. 19, A 11, B 5, C 8); zur Ruhe gekommen, treiben sie einen Keimschlauch (Abb. 19, A 12, C 9), der entweder durch die Spaltöffnungen (Abb. 19, A 13) oder durch die Zellmembran (Abb. 19, C 10, 11) in die Nährpflanze eindringt. Zuweilen treiben auch die Konidien unmittelbar einen Keimschlauch (Abb. 19, G 2), oder auch der Inhalt tritt vorher als Tochterkonidie aus, die dann ihrerseits den Keimschlauch bildet. Die Oogonien entstehen einzeln innerhalb der Nährpflanze zwischen deren Zellen (Abb. 19, A 3) und scheiden sich durch eine Zellwand von den vegetativen Hyphen ab. Die gleichfalls durch eine Zellwand isolierten Antheridien legen sich eng an die Oogonien an und treiben einen Befruchtungsschlauch, der in das Oogonium bis zu der stets in Einzahl darin befindlichen Oosphäre vordringt (Abb. 19, A 4, C 12, D, E). Durch Entleerung eines Teiles des Antheridiuminhaltes findet dann eine vollständige Befruchtung statt, indem der oder die Spermakerne mit dem oder den Eikernen verschmelzen. Die nach der Befruchtung zur Entwickelung gelangenden Oosporen sind entweder glatt oder durch verschiedenartig verdickte Häute höckerig (Abb. 19, A 6, F) bzw. mit Leisten versehen; sie keimen entweder durch einen Keimschlauch oder indem sie Zoosporen bilden (Abb. 19, A 7).

Die beiden Familien, die Albuginaceae und die Peronosporaceae, unterscheiden sich dadurch, daß die erstere kettenförmige, unter der Oberhaut der Wirtspflanze verbleibende Konidien entwickelt, bei letzterer dagegen die Konidien in meist traubenförmiger Anordnung einzeln stehen und samt ihren Tragfäden über die Oberhaut der Wirtspflanze herausragen.

Die Familie der **Albuginaceae** oder **Kettenspor-Eipilze** enthält nur die einzige Gattung Albugo, die auch unter dem Namen Cystopus bekannt ist.

Sie umfaßt etwa ein Dutzend Arten, von denen einige auf Windengewächsen, andere auf Kompositen, wie z. B. auf der Schwarzwurzel, wieder andere auf Portulakazeen oder Amarantazeen vorkommen. Am bekanntesten und häufigsten ist A. candida (Abb. 19, A 1), der als **weißer Rost** namentlich die verschiedensten Kruziferen sowie die Kapparidazeen befällt und den Pflanzungen von Kohl, Meerrettich, Gartenkresse und Kapern oft recht schädlich wird; besonders häufig findet man diesen Pilz auf Hirtentäschelkraut, und nicht selten verursacht er Auftreibungen und Verkrümmungen der Stengel sowie Verdickungen und Deformationen der Blütenstände.

Die Familie der **Peronosporaceae** oder **Traubenspor-Eipilze** besteht aus sechs Gattungen, von denen die artenarme Gattung Phytophthora am schädlichsten ist.

Ihre wichtigste Art ist die auf Solanazeen lebende P. infestans (Abb. 19, C), welche die berüchtigte **Kartoffelkrankheit** oder **Trockenfäule der Kartoffel** hervorruft. Sie befällt nicht nur das Kartoffelkraut und verhindert dadurch die Ausbildung der Knollen, sondern sie greift auch die Kartoffeln selbst an, bringt sie zur Fäulnis und richtet namentlich in feuchteren Jahren ungeheueren Schaden an, zumal kranke Kartoffeln in den Kellern die gesunden anzustecken vermögen. In Deutschland wurde die Krankheit erst seit 1830 bekannt und hat sich seitdem schnell verbreitet. Sie wird durch Bespritzung mit Kupferpräparaten sowie durch Züchtung widerstandsfähiger, besonders hartschaliger Sorten bekämpft. Eine andere Art, P. Faberi, bewirkt in Westafrika, namentlich in dem sehr feuchten Kamerun, die **Braunfäule des Kakaos**, die oft zur Zerstörung der Früchte führt. P. cactorum (Abb. 19, D), auch bekannt unter dem Namen P. omnivora, befällt viele Keimpflanzen der Gärten und findet sich besonders in Gewächshäusern; vor allem aber wird sie der Anzucht von Buchensämlingen gefährlich.

Die einzige Art der Gattung Basidiophora ist auf amerikanischen Kompositen heimisch und wahrscheinlich mit Erigeron canadensis nach Europa eingeführt worden. Sclerospora findet sich hauptsächlich auf Gräsern, während eine zweite Art auf den gegen Pilze sonst sehr immunen Schachtelhalmen lebt. Die einzige Art der Gattung Bremia, B. lactucae, bewohnt Kompositen und schädigt vor allem Kopf- und Endiviensalat, Artischocken sowie Zinerarien.

Die verschiedenen Arten von Plasmopara befallen Umbelliferen, Geranien, Balsaminen, Kompositen, Ranunkulazeen, Skrofulariazeen; P. australis wächst auf amerikanischen Kukurbitazeen und richtet namentlich in Gurkenplantagen in Amerika bedeutenden Schaden an. Besonders schädlich ist aber P. viticola (Abb. 19, B), der falsche Meltau der Rebe, der das Weinlaub gelbfleckig macht und zum Verdorren bringt, wodurch zugleich die Früchte klein bleiben und einschrumpfen. In Amerika auf wilden Reben einheimisch, ist dieser Pilz wohl mit Pfropfunterlagen von dort nach Europa eingeführt worden. Von Südfrankreich aus, wo er 1878 zuerst auftrat, ist er jetzt über die ganzen Weinbaugebiete der Alten Welt verbreitet, wird aber fast überall durch Kupferpräparate energisch und mit Erfolg bekämpft.

Bei weitem am meisten Arten besitzt die Gattung Peronospora, bei der, ebenso wie bei Bremia, die Konidien mit einem Keimschlauch keimen, während sie bei den anderen vier Gattungen der Familie Zoosporen ausbilden. Mehrere Arten finden sich auf Borraginazeen, darunter P. myosotidis auf dem Vergißmeinnicht; andere, z. B. P. alsinearum (Abb. 19, E), bewohnen Nelkengewächse, wieder andere Primeln, Veilchen, Goldregen, Rosen, Waldmeister und Labkraut sowie Kompositen, z. B. P. leptosperma (Abb. 19, G). Noch schädlicher sind mehrere Arten, die Nutzpflanzen befallen, unter ihnen P. viciae auf Erbsen und Wicken, P. Schleideni auf Zwiebeln, P. valerianellae auf Rapünzchen, P. effusa (Abb. 19, F) auf Spinat, P. Schachtii auf Zuckerrüben, P. trifoliorum auf Klee, P. dipsaci auf Weberkarden, P. rumicis auf Ampfer, P. parasitica, oft gemeinsam mit dem weißen Rost, auf Kruziferen, besonders Kohl, Levkoien, Goldlack.

Ordnung 4:
Chytridiineae oder Ohnfaden-Eipilze.

Diese wirtschaftlich unwichtige, aber botanisch sehr interessante Pilzgruppe besitzt infolge der stark parasitischen Lebensweise keine oder doch nur in zarten Strängen auftretende Hyphen. Im wesentlichen bestehen diese Organismen nur aus dem Fruchtkörper, der sich hier also selbst ernähren muß, zuweilen unterstützt durch Saugorgane oder wurzelartige Fäden (Rhizoïden), die sich aus dem Keimschlauch der Sporen entwickeln. Die Fruchtkörper werden entweder unmittelbar zu Sporangien, oder sie bilden solche erst infolge von Zellteilung. Die Sporangien erzeugen entweder sofort die Schwärmsporen, oder sie umgeben sich mit einer dicken Membran und machen als Dauersporen eine Ruheperiode durch. Geschlechtliche Verbindung zweier Fruchtkörper kommt selten vor, und zwar fließt hierbei der Inhalt des einen, des Antheridiums, in den anderen, das Oogonium, über. Die so erzeugten Oosporen ähneln den Dauersporangien und entwickeln wiederum Schwärmsporen. Die meist nur mit einer, seltener mit zwei Geißeln versehenen Schwärmsporen keimen, zur Ruhe gekommen, mit einem kurzen Keimschlauch aus.

Die zahlreichen, in fünf Familien verteilten Gattungen sind größtenteils mikroskopisch klein und werden gewöhnlich nur zufällig bei Untersuchung anderer Organismen entdeckt. Die meisten Arten schmarotzen als echte Parasiten in oder auf anderen Pflanzen, besonders auf Süßwasseralgen und im oder am Wasser lebenden Phanerogamen. Die Zahl der auf Meeresalgen wachsenden Arten ist gering. Einige Arten bewohnen auch Pilze, besonders Saprolegniazeen, aber auch Pilobolus und Pezizeen; andere Arten parasitieren in Pollenkörnern (Abb. 20, A), die in das Wasser geraten sind; auch Älchen, die Eier von Rädertieren sowie die Zysten von Infusorien werden von einzelnen Arten befallen. Olpidiopsis sphaeritae bewohnt sogar eine andere Chytridinee, Sphaerita endogena, die ihrerseits auf Flagellaten und Rhizopoden parasitiert. Saprophyten gibt es nur wenige in dieser Ordnung, und zwar leben sie auf toten Insekten oder im Wasser faulenden Gegenständen.

Der Familie der **Olpidiaceae** oder **Flaschenfrucht-Eipilze** fehlen die Hyphen ganz: die Schwärmsporen entwickeln sich unmittelbar zu Sporangien.

Hierher gehört die eigenartige, Zellen der Wasserlinse (Lemna) bewohnende Gattung Reessia, bei der die Schwärmsporen kopulieren und die jungen Fruchtkörper sich in der Nährzelle amöbenartig bewegen, indem sie Fortsätze vorstrecken und wieder einziehen. Hierher gehören auch die schon erwähnten Gattungen Olpidiopsis und Sphaerita sowie die artenreiche Gattung Olpidium, die größtenteils in Algen

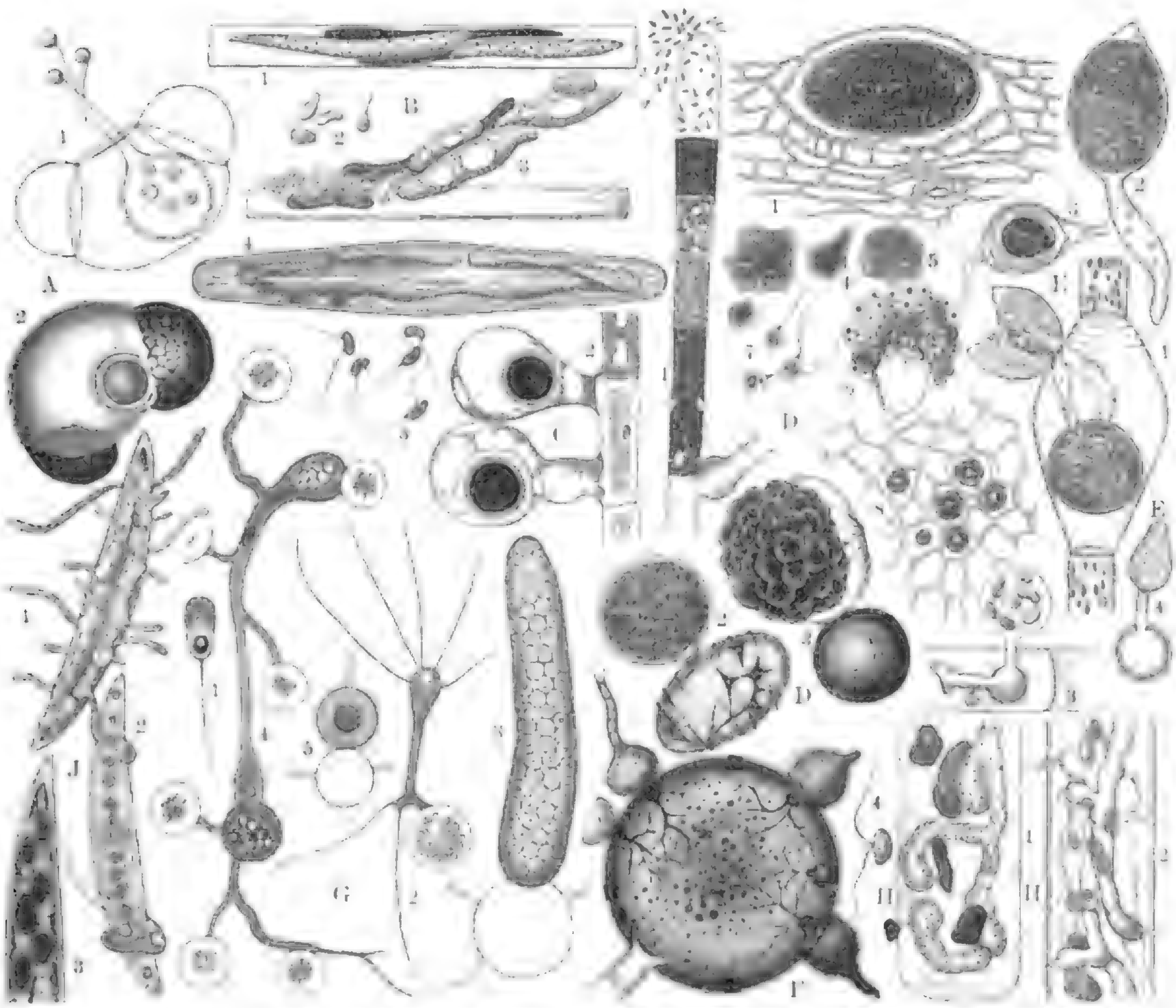


Abb. 20: Ohnfaden-Eipilze (Chytridiineae) und Schlauchfrucht-Eipilze (Ancylistineae).

A **Olpidium pendulum** in einem Pollenkorn eines Nadelholzes: 1 Sporangium, Zoosporen entlassend; 2 Dauersporangium.
B **Ectrogella bacillariacearum** in der Diatomee Synedra: 1 Junge Sporangien; 2 Zoosporen; 3 reife Sporangien, teilweise Zoosporen entlassend; 4 entleertes Sporangium.
C **Rozella septigena** in Saprolegniafäden: 1 Sporangien, von denen das oberste die Zoosporen entläßt; 2 Dauersporen; 3 Zoosporen.
D **Pycnochytrium mercurialis**: 1 Dauersporangium im Zellgewebe des Bingelkrautes; 2 dasselbe mit austretendem Sporangiensorus; 3 sich entleerender Sporangiensorus; 4, 5 einzelne Sporangien; 6 Sporangium, die Zoosporen entlassend; 7 Zoosporen; 8 junge Fruchtkörper nach Einwanderung der Zoosporen in das Zellgewebe.
E **Chytridium olla**: 1 Sporangien auf dem Oogonium eines Oogoniums, mit der Wurzelzelle bis zur Oospore vordringend; 2 Sporangium, frei präpariert; 3 Dauersporangium; 4 Dauersporangium, keimend und ein Sporangium bildend.
F **Rhizidiomyces apophysatus**, auf dem Oogonium einer Saprolegniazee parasitierend.
G **Polyphagus euglenae**: 1 Schwärmspore; 2 junges Pflänzchen mit Nährzelle; 3 Fruchtkörper, entleert, mit daransitzendem Zoosporangium; 4 Kopulation zweier Fruchtkörper und Beginn der Bildung des Oosporangiums; 5 Oosporangium, einem entleerten Fruchtkörper aufsitzend.
H **Lagenidium Rabenhorstii**: 1 Myzelartige Fruchtkörper in einer Spirogyra-Zelle; 2 Sporangien, entleert; 3 Sporangium mit Entleerungsschlauch; 4 Zoospore.
J **Ancylistus closterii**: 1 Zelle der Desmidiazee Closterium mit auskeimenden vegetativen Zellen; 2 Einbringen vegetativer Zellen in ein Closterium; 3 Oosporen.

aller Art, aber auch in einigen Arten von Pollenkörnern (Abb. 20, A) sowie Pilzsporen lebt. Bei der Diatomeen bewohnenden Gattung Ectrogella (Abb. 20, B) sind die Sporangien schlauchförmig.

Bei der gleichfalls hyphenlosen Familie der **Synchytriaceae** oder **Haufenfrucht-Eipilze** sind die Sporangien, welche die Zoosporen erzeugen, reihen- oder haufenförmig (zu Sori) angeordnet, indem sie ihrerseits aus dem Fruchtkörper durch Teilung hervorgehen.

Reihenförmig sind sie bei der in Saprolegniazeen lebenden Gattung Rozella (Abb. 20, C), haufenförmig bei den zwei großen, in den Epidermiszellen von Landpflanzen lebenden Gattungen Synchytrium und Pycnochytrium; bei letzterer tritt der Sporangiensorus aus dem Fruchtkörper als Zellblase heraus (Abb. 20, D 2, 3). Sehr häufig verursachen sie Deformationen des Gewebes der Wirtspflanzen, oft auch gallenartige, zuweilen sogar stark behaarte Wucherungen. Häufig ist Synchytrium taraxaci, ein Pilz, der auf verschiedenen Korbblütlern rote oder orange gefärbte Warzen oder Verdickungen hervorruft; andere Arten veranlassen braune bis dunkelrote Krusten oder Warzen, so Pycnochytrium anemones auf Anemonen; P. globosum bewirkt namentlich auf Viola und Veronica, P. mercurialis (Abb. 20, D) auf Mercurialis perennis zylindrische oder halbkugelige Wärzchen; das goldgelbe P. aureum ist als Bewohner von über 100 verschiedenen Pflanzen bekannt, am häufigsten aber auf Lysimachia.

Die Familie der **Rhizidiaceae** oder **Wurzelfrucht-Eipilze** zeichnet sich durch Hyphen aus, die von jedem Fruchtkörper besonders ausgehen.

Bei Chytridium (Abb. 20, E) dringen sie als unverzweigte Schläuche in die Nährpflanze ein, bei den zahlreichen übrigen Gattungen sind sie feine, häufig verzweigte, oft wurzelartige Fäden, die zuweilen von dem Fruchtkörper durch eine blasenförmige Auftreibung getrennt sind, wie z. B. bei Rhizidiomyces (Abb. 20, F), einer auf den Oogonien von Saprolegniazeen schmarotzenden Art. Die meisten Vertreter dieser Familie parasitieren auf Algen.

Die Familie der **Cladochytriaceae** oder **Myzel-Eipilze** besitzt stärker ausgebildete vegetative Hyphen, die zahlreiche Sporangien hervorbringen. Die wichtigste Gattung, Physoderma, bewohnt hauptsächlich die Parenchymzellen in Wasser lebender Phanerogamen, an deren Blättern und Stengeln sie häufig dunklere Schwielen hervorruft.

Bei der kleinen Familie der **Hyphochytriaceae** oder **Dauerhyphen-Eipilze** ist das Pilzgeflecht dauerhaft, während die Familie der **Oochytriaceae** oder **Sexual-Eipilze** zwar verschieden ausgebildetes Pilzgeflecht besitzt, sich aber durch geschlechtliche Verbindung zweier Fruchtkörper auszeichnet, wobei der Inhalt des einen sich völlig entleert (Abb. 20, G 4). Das Produkt dieser Verbindung, das Oosporangium (Abb. 20, G 5), erzeugt bei der Keimung durch Heraustreten des Inhaltes ein Zoosporangium, wie in ähnlicher Weise auch die ungeschlechtlich erzeugten Fruchtkörper Zoosporangien bilden (Abb. 20, G 3).

Die Gattung Zygochytrium, deren einzige Art an toten Insekten im Wasser gefunden wurde, hat ähnlich wie Mucor deutliche Zygosporen, die nach Verschmelzung zweier Myzeläste entstehen. Die beiden wichtigsten Gattungen sind Polyphagus (Abb. 20, G), deren einzige Art P. euglenae unter den Euglenen zuweilen stark aufräumt, und Urophlyctis, die in Phanerogamen schmarotzt und auf Chenopodium, Atriplex, Rumex usw. pustelförmige Deformationen hervorruft.

Ordnung 5:
Ancylistineae oder Schlauchfrucht-Eipilze.

Diese Gruppe besteht nur aus wenigen Gattungen, sie hat kein oder kaum ausgebildetes Myzel sowie schlauchförmige Fruchtkörper, die in der Familie der **Lagenidiaceae** völlig in Sporangien oder Sexualzellen zerfallen (Abb. 20, H 1, 2), während in der Familie der **Ancylistaceae** daneben auch vegetative Zellen vorkommen, die auskeimen und hierbei den Charakter eines Myzels annehmen (Abb. 20, J 1, 2). Die Antheridien und Oogonien sind gewöhnlich bezüglich der Gestalt kaum verschieden, höchstens sind die ersteren etwas kleiner; bei der Befruchtung tritt der Inhalt des Antheridiums durch den Befruchtungsschlauch in das Oogonium über, worauf dann die Oosphäre zur Oospore wird, die oft als Dauerspore fungiert (Abb. 20, J 3). Die Sporangien bilden Schwärmsporen, die bei Lagenidium durch einen außerhalb der Nährzelle blasig aufgeschwollenen Entleerungskanal heraustreten (Abb. 20, H 3). Die wenigen Arten dieser Ordnung sind fast sämtlich Parasiten auf Süßwasseralgen, Rhizomyxa hypogaea bewohnt Wurzeln, aber auch Haare und Epidermiszellen von Landpflanzen.

Klasse 2:

Ascomycetes oder Schlauchpilze.

Im Gegensatz zu der Klasse der Algenpilze tritt hier die geschlechtliche Fortpflanzung gegenüber der ungeschlechtlichen stark zurück. In der weit überwiegenden Zahl läßt sich keine Spur einer Sexualität feststellen, bei dem Rest ist die Kopulierung von Hyphenästen meist zweifelhaft und der Beobachtung gewöhnlich schwer zugänglich. Bei einigen einfachen Formen, wie Diplodascus (Abb. 21, B 1, 2) und Eremascus (Abb. 21, C 1—4) sowie bei Sphaerotheca (Abb. 27, A 3—5), scheint zwar die Verschmelzung des Inhaltes zweier Hyphenzellen ziemlich sicher festgestellt zu sein, in den zahlreicheren anderen Fällen dagegen, z. B. bei Pyronematazeen, Gymnoaskazeen, Aspergillazeen und Erysibazeen, ist nur eine Aneinanderlagerung bestimmter Hyphen, aber keine wirkliche Verschmelzung ihres Inhaltes beobachtet worden. Während bei den Algenpilzen, soweit sie überhaupt Sporangien besitzen, die Zahl der Sporen, falls sie in Mehrzahl vorhanden sind, unbestimmt ist, herrscht bei den Schlauchpilzen die unzweifelhafte Tendenz nach einer bestimmten Sporenzahl vor, und zwar ist diese fast stets eine Potenz aus zwei; gewöhnlich finden sich acht Sporen in jedem Sporenschlauch, eine Ausnahme machen die Ur-Schlauchpilze (Hemiascomycetes) mit einer unbestimmten Anzahl von Sporen. Neben diesen endogen erzeugten Sporen finden sich Konidienbildungen der verschiedensten Form. Schwärmsporen treten hingegen in dieser Klasse nicht mehr auf, vielmehr keimen die Sporen entweder mittels eines Schlauches oder mittels hefeartiger Sprossungen. Die Hyphen stellen gewöhnlich im Gegensatz zu denen der Algenpilze ein ausgesprochenes Myzel oder Pilzfadengeflecht dar; sie verzweigen sich reichlich und sind durch Querscheidewände gegliedert. Die Landformen überwiegen in dieser Klasse gegenüber den Wasserformen bedeutend, während Parasiten und Saprophyten in buntem Wechsel nebeneinander vorkommen.

Die Schlauchpilze zerfallen in drei Unterklassen, die Hemiascomycetes oder Ur-Schlauchpilze mit unbestimmter Sporenzahl in den Sporangien oder Sporenschläuchen und gelegentlicher Kopulation von Hyphenzellen, die Euascomycetes oder Echten Schlauchpilze mit konstanter Sporenzahl und nur vereinzelt festgestellter Kopulation von Hyphenzellen, die Laboulbeniomycetes oder Geschlechtsfrucht-Schlauchpilze mit konstanter Sporenzahl und Befruchtung eines Karpogons durch männliche Geschlechtszellen.

Unterklasse 1:

Hemiascomycetes oder Ur-Schlauchpilze.

Diese Gruppe bildet insofern die unterste Abteilung der Askomyzeten, als bei ihr die Sporenzahl noch keine Konstanz erreicht hat; die Schläuche stellen also noch Sporangien und keine wirklichen Asci dar, wie man die Schläuche mit einer konstanten Sporenzahl zu nennen pflegt. Es sind wenige Gattungen einfach gebauter Pilze, deren meist endständige Sporangien gewöhnlich nackt, bei den Monaskazeen aber von einfachem Hyphengeflecht umhüllt sind (Abb. 21, D 2); bei Endogene sind die Sporangien sogar in großer Anzahl durch Hyphen zu einem knollenartigen Fruchtkörper verbunden. Die Sporen sind einzellig, ebenso die endständigen einzeln stehenden (Abb. 21, A 1) oder kettenförmig gereihten (Abb. 21, D 1) Konidien. Von den vier Familien enthalten nur die Protomycetaceae in der Gattung Protomyces Parasiten auf lebenden Pflanzen, die übrigen sind Saprophyten; die Ascoïdeaceae und Monascaceae haben reichentwickeltes schimmelartiges Luftmyzel, die Saccharomycetaceae dagegen sind in Flüssigkeiten sprossende Pilze.

Die Familie der **Ascoïdeaceae** oder **Schleimfluß-Urschlauchpilze** zeichnet sich durch reichliches konidientragendes Myzel sowie durch langgestreckte, viele Sporen enthaltende Sporangien aus.

Diese durchwachsen bei Ascoïdea (Abb. 21, A) die entleerten Sporangien und werden ungeschlechtlich gebildet, während die Sporangien von Diplodascus durch Kopulation von zwei Zellen (Abb. 21, B) entstehen und daher an der Basis zweispaltig bleiben. Die einzige Art von Ascoïdea, A. rubescens, findet sich bei uns als rötlicher oder bräunlicher Schimmel im Saftfluß von Buchen, während drei andere Gattungen in Java und Ekuador in pflanzlichen Schleimflüssen als flockige Schimmel oder filzige Rasen auftreten.

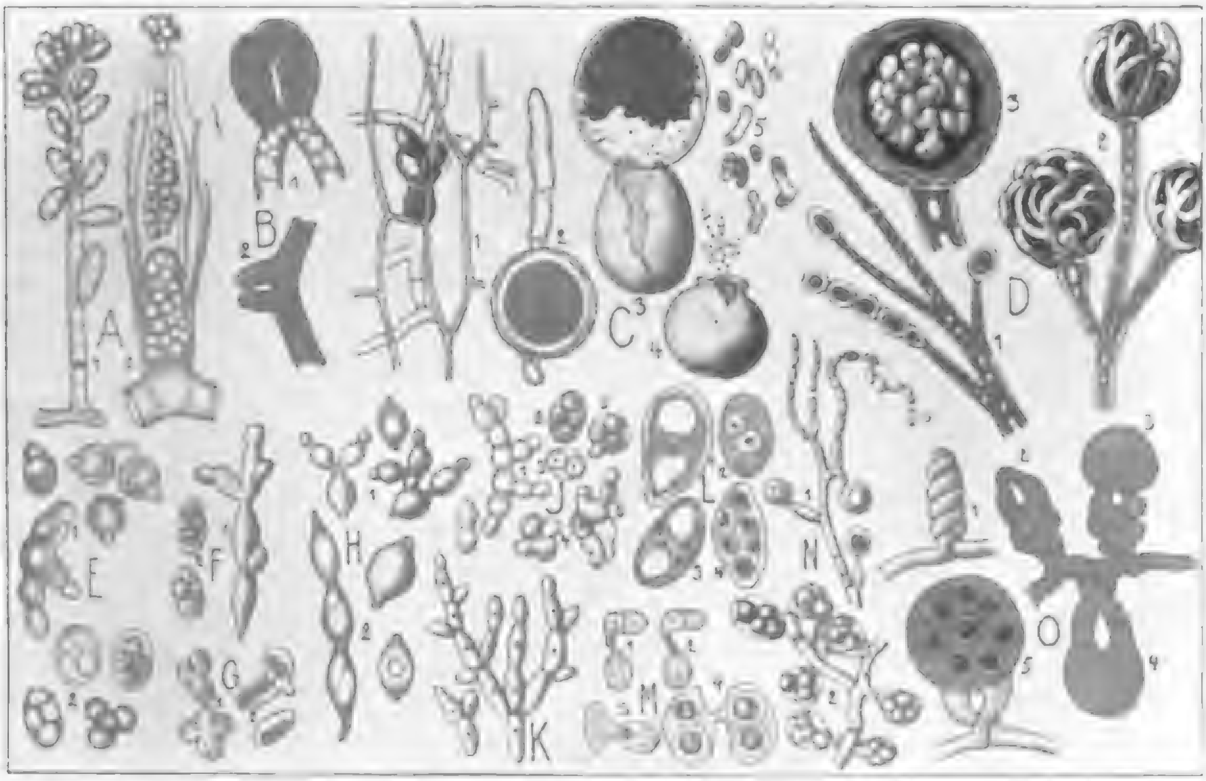


Abb. 21: Ur-Schlauchpilze (Hemiascomycetes) und Erstlings-Schlauchpilze (Protoascineae).

A Ascoïdea rubescens: 1 Konidienträger; 2 Sporangium, ein anderes, schon halb entleertes Sporangium durchwachsend.
B Diplodascus albidus: 1 Kopulierende Hyphenäste; 2 erste Anlage der Kopulationsäste.
C Protomyces macrosporus: 1 Myzel, die Zellen der Wirtspflanze durchbrechend, nebst erster Anlage der Sporangien; 2 Myzelast mit Sporangium; 3 keimendes Sporangium; 4 Entleerung des Sporangiums; 5 hefeartig sprossende Sporen.
D Monascus heterosporus: 1 Myzel mit Konidien; 2 Sporangien mit Hyphenhülle; 3 reifes Sporangium im Durchschnitt.
E Saccharomyces cerevisiae: 1 Vegetative Zellen; 2 Sporenbildung.
F Saccharomyces pastorianus: 1 Vegetative Zellen; 2 Sporenbildung.
G Saccharomyces conglomeratus: 1 Vegetative Zellen; 2 Sporenbildung.
H Saccharomyces apiculatus: 1 Vegetative Zellen; 2 Sporenbildung.
J Saccharomyces ellipsoïdeus: 1 Vegetative Zellen; 2–6 Sporenbildung und Keimung.
K Saccharomyces mycoderma: Vegetative Zellen.
L Schizosaccharomyces octosporus: 1–3 Zellteilung; 4 Sporenbildung.
M Zygosaccharomyces Barkeri: 1–3 Kopulierung der Zellen; 4 Sporenbildung.
N Endomyces decipiens: 1 Myzelast mit zweierlei Konidien (Chlamydosporen u. Oidien); 2 Myzelast mit Schläuchen.
O Eremascus albus: 1–4 Kopulierende und einen Askus bildende Myzelfäden; 5 fertig ausgebildeter Askus.

Die Familie der **Protomycetaceae** oder **Erstlings-Urschlauchpilze** zeichnet sich durch verhältnismäßig große, meist rundliche Sporangien aus, aus denen nach längerer Ruhezeit zahlreiche hefeartig sprossende Sporen (Abb. 21, C 2—5) entlassen werden.

Von den zwei Gattungen bildet Endogone größere rundliche, viele Sporangien enthaltende Fruchtkörper, während das schimmelartige Myzel vegetabilische Materie sowie humose Erde überzieht. Die andere, parasitisch lebende Gattung, Protomyces, ruft schwielenförmige Wucherungen auf den befallenen Wirtspflanzen hervor, so z. B. die bei uns häufige P. macrosporus (Abb. 21, C) an den Stengeln, Blattstielen und Blattnerven verschiedener Umbelliferen, P. pachydermus auf dem Löwenzahn. Früher wurden auch manche ähnliche Wucherungen hervorrufende, jetzt zu den Chytridiazeen (Physoderma) oder Ustilaginazeen (Entyloma, Doassansia) gestellte Pilze für Protomyces gehalten.

Die Familie der **Monascaceae** oder **Hüll-Urschlauchpilze**, die aus wenigen saprophytisch lebenden Gattungen besteht, ist durch die Hyphenhülle der Sporangien charakterisiert (Abb. 21, D 2, 3); auch kettenförmige Konidien (Abb. 21, D 1) sowie Chlamydosporen kommen an dem auf faulenden Vegetabilien Schimmelrasen bildenden Myzel vor.

Manche Arten der Gattung Monascus entwickeln im Protoplasma des Myzels, der Sporen und Konidien einen roten Farbstoff, so z. B. M. ruber, M. heterosporus und M. purpureus. Die letztere Art wird in China in der Provinz Kwantung auf gekochtem Reis kultiviert und dann in getrocknetem Zustand unter dem Namen Angquac als roter, intensiv färbender Farbstoff exportiert. Die in Java als Makassar-Fische bekannten anschovisartigen Fische, die bei keiner Reistafel fehlen, verdanken diesem Präparat ihre intensive rote Färbung; der Farbstoff entwickelt sich in absterbenden Pilzkulturen, aber nur bei Zutritt von Sauerstoff.

Die Familie der **Saccharomycetes** oder **Hefepilze** ist eine der wichtigsten aller Pilzgruppen, gehören doch zu ihr die Erreger der Alkoholgärung, auf denen die Bierbrauerei, die Weinbereitung und zum Teil auch die Bäckerei beruhen. Es sind mikroskopisch kleine, in Flüssigkeiten lebende Pilze, bei denen das Myzel durch vegetativ sprossende Zellen, sogenannte Sproßzellen, ersetzt wird (Abb. 21, E 1, F 1, G 1, H, J 1, K). Gewöhnlich bleiben diese Sproßzellen eine Zeitlang im Verband; sie lösen sich aber leicht voneinander ab, so daß selten große zusammenhängende Kolonien entstehen. So ist es wenigstens bei der Hauptgattung Saccharomyces. Bei der Gattung Schizosaccharomyces (Abb. 21, L) findet dagegen keine Sprossung, sondern Teilung der Zellen in oïdienartige Glieder statt. Erscheinungen, die sich als Sexualität deuten lassen, hat man bei Saccharomyces nicht beobachtet, bei der kleinen Gattung Zygosaccharomyces (Abb. 21, M) kopulieren aber die Zellen wirklich. Die besonders auf festerem, nährstoffarmem Substrat erscheinenden Sporangien unterscheiden sich in Form und Größe im allgemeinen nur wenig von den vegetativen Zellen; sie enthalten meist zwei bis acht kugelige oder ellipsoïdische Sporen, bei der Gattung Monospora dagegen nur eine einzige nadelförmige Spore. Die Keimung geht unter Entwickelung eines Keimschlauches vor sich.

Da auch viele andere Pilze, z. B. Mucor racemosus, Taphrina, Exobasidium, in nährstoffhaltigen Flüssigkeiten hefeartige Sprossungen (Scheinhefe) bilden, so kann man nur solche Hefearten als sicher zu dieser Familie gehörig ansehen, bei denen die endogen erzeugten Sporen der Askomyzeten konstatiert werden können. Die Zahl der bekannten Arten kann auf etwa 50 angenommen werden, von denen manche, z. B. die industriell wichtigen, über die ganze Erde verbreitet sind.

Gegen Temperatureinflüsse sind die Hefepilze außerordentlich widerstandsfähig; während das Wachstum sich nur zwischen 4 und 38° C abspielt und feuchte Hefe bei 75° C abstirbt, vermag trockene Hefe Temperaturen von −113° bis +130° für einige Zeit auszuhalten.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Hefepilze beruht auf ihrem Vermögen, große Mengen von Kohlehydraten im wesentlichen in Alkohol und Kohlensäure umzuwandeln, wobei die Alkoholbildung für die Spiritus-, Bier- und Weinfabrikation, die Kohlensäurebildung für die Bäckerei das Wichtigere ist. Daneben wird immer etwas Bernsteinsäure und Glyzerin gebildet. Zu starke Alkoholentwickelung bringt die Gärung zum Stillstand, schon 2 bis 6 Volumprozent Alkohol hemmen die Gärung, 10 Prozent verhindern das Wachstum der Hefe, bei 15 Prozent hört die Gärung bereits vollständig auf. Noch schädlicher für die Gärung sind die Fuselöle.

Auch starke Zuckerkonzentration verhindert die Gärung; in Lösungen, die 60 Prozent Zucker enthalten, gedeiht die Hefe überhaupt nicht mehr, 30prozentige Lösungen gären schon recht unvollkommen, 4—8prozentige am besten. Während einige Arten nur bestimmte

Zuckersorten, besonders Traubenzucker, vergären, vermögen andere auch Lösungen von Rohrzucker, Maltose, Milchzucker usw. in Gärung zu versetzen.

Stärkehaltige Substanzen müssen erst durch diastatische Fermente, die sich z. B. beim Malzen des Getreides oder bei der Entwickelung von Schimmelpilzen bilden, in Zucker übergeführt werden, ehe sie durch Hefepilze vergoren werden; ersteres geschieht z. B. bei der Bierbereitung, letzteres bei der Herstellung des japanischen Reisbieres oder Sake durch Aspergillus oryzae. Bei der Bereitung des Kefirs, des überaus nahrhaften Volksgetränkes Zentralasiens, aus Kuhmilch wird der Käsestoff durch ein Bakterium, Bacterium caucasicum (vgl. S. 15), in Pepton übergeführt und bleibt als solches in der Lösung.

Entdeckt wurden die Hefepilze schon 1680 durch Leeuwenhoek, den Altmeister der Mikroskopie, aber erst im Jahre 1818 wurde die organische Natur der Hefezellen erkannt. Lange Zeit tobte ein Kampf zwischen den Schulen Liebigs und Pasteurs, von denen erstere die Gärung für einen rein chemischen, letztere für einen rein biologischen Prozeß erklärte. Nachdem 1858 der Beweis geführt worden war, daß die Gärung nur durch lebende Zellen hervorgerufen würde, ist es neuerdings Buchner gelungen, durch Zerreiben der Hefe mit Quarzsand unter starkem Druck ein hochmolekulares Ferment, eine sogenannte Zymase, herzustellen, welche die gärenden Fähigkeiten der Hefe besitzt, ohne doch ein Organismus zu sein, wenn sich auch, wie Buchner betont, die Grenze zwischen so hochmolekularen Fermenten und lebender Substanz nur schwer wird ziehen lassen.

Bei den industriellen Betrieben kommt es vor allem darauf an, reine Hefekulturen zu züchten, denn die meisten sogenannten Krankheiten des Bieres oder Weines beruhen auf Verunreinigung der Hefe durch andere, minderwertige Hefesorten oder Heferassen sowie durch Mitkultivierung von Bakterien. Während man die Entwickelung der Bakterien meist schon durch Ansäuerung der Nährlösung beseitigen kann, vermag man die wilden Hefen nur durch Reinkulturen, wie sie namentlich Hansen ausgebildet hat, zu bekämpfen. Auch für die Backhefe, besonders aber für die Preßhefe, ist Reinkultur von Wichtigkeit, wohingegen bei den älteren Methoden der Bäckerei und noch heute beim Landbrot auch Essigsäure- und andere Bakterien eine große Rolle spielen, wie das gleiche ja auch für Landbiere und Landweine gilt.

Der wichtigste Hefepilz ist die **Bierhefe**, Saccharomyces cerevisiae (Abb. 21, E), die sich durch fast kugelige Zellen und vier tetraedrisch liegende Sporen auszeichnet; sie vergärt neben Traubenzucker auch Maltose und Rohrzucker, letzteren, nachdem sie ihn durch ein Ferment, Invertin, in Traubenzucker übergeführt hat. Bier wird durch Hinzufügen dieser Hefe zu Bierwürze hergestellt; die letztere ist eine Abkochung der Malz genannten gekeimten Gerste, bei der die Stärke durch Diastase in Zucker übergeführt worden ist. Den verschiedenen Sorten von Bieren entsprechen im allgemeinen auch verschiedene rein zu züchtende Hefevarietäten, die sich häufig schon nach den Formen der Kolonien unterscheiden lassen. Man unterscheidet vor allem die langsam bei niedrigen Temperaturen (4—10° C) verlaufende **Untergärung** von der bei höheren Temperaturen (13—18° C) stürmisch verlaufenden und in zwei bis drei Tagen beendeten **Obergärung**, die daher ihren Namen haben, daß bei ersterer die Hefe unten verbleibt (Unterhefe), während sie bei letzterer durch die Kohlensäure meist an die Oberfläche gehoben wird (Oberhefe). Die obergärigen Biere müssen bekanntlich schnell verbraucht werden, während die einer langsamen Nachgärung unterliegenden untergärigen Biere sich als Lagerbiere lange halten. Die Hefe des ostafrikanischen, **Pombe** genannten Hirsebieres ist ein Schizosaccharomyces, S. pombe.

Als Backhefe wird gewöhnlich die Hefe obergäriger Biere verwandt, ebenso zur Spiritusbereitung, wobei die Stärke der Schlempe meist durch Malzzusatz in Zucker übergeführt wird. Besonders in der Form der **Preßhefe**, die aus der etwas bitteren Bierhefe durch Auswaschen, Behandlung mit Pottasche, Regenerierung durch abermalige Gärung und Trocknung gewonnen wird, ist die Backhefe ein wichtiger Handelsartikel.

Zur Weinbereitung dient die **Weinhefe**, S. ellipsoideus (Abb. 21, J), eine Art mit kleineren, mehr ellipsoidischen Zellen und kugeligen, zwei- bis viersporigen Schläuchen. Während man die ursprüngliche

Herkunft der Bierhefe noch nicht kennt, findet sich die Weinhefe bei uns, besonders in Weinbaugegenden, auf Früchten; von dort gelangt sie durch die Luft auf den Most, wo sie die sogenannte Selbstgärung hervorruft. Diese Hefeart überwintert bei uns im Freien, vielleicht als Sporen, in der Erde. Auch bei der Bereitung von Obstbranntweinen spielt sie eine wichtige Rolle.

Als „wilde Hefe" kommen S. pastorianus (Abb. 21, F) und S. conglomeratus (Abb. 21, G) in Betracht, erstere eine Art mit länglichen, keulen- oder birnförmigen Zellen, die Trübungen im Bier hervorruft, letztere eine Art mit kugeligen Zellen, bei denen Schläuche und vegetative Zellen häufig in kleinen Gruppen verbunden sind; sie tritt in der Weinhefe und auf Trauben auf. Ebendort findet sich auch S. anomalus, dessen Sporen auf einer Seite abgeflacht sind. S. apiculatus (Abb. 21, H), eine Art mit zitronenförmig genabelten Zellen, vermag nur Traubenzucker zu vergären, kommt häufig wild vor und ist für die Bereitung von Obstweinen wichtig. S. galacticola und S. kefyr rufen in Milch alkoholische Gärung hervor. S. mycoderma (Abb. 21, K), mit länglichen, baumartige Verbände bildenden Zellen, ist der sogenannte Kahmpilz, der schmutzige Häute auf offenstehendem Wein, Bier und sauren Vegetabilien (Sauerkraut, sauren Gurken usw.) hervorruft und keine richtige Gärung bewirkt, sondern die Substanzen mit Hilfe des Sauerstoffes der Luft zersetzt. Ähnlich geformt ist der parasitische Soorpilz, S. albicans, der auf den Schleimhäuten (besonders des Mundes) von Menschen und Säugetieren, namentlich Kälbern, milchweiße Rasen (sogenannte Schwämmchen oder Aphthen), schließlich Gewebswucherungen hervorruft und daher als ein Erreger ansteckender Krankheiten anzusehen ist. Noch ausgeprägter parasitisch ist die Lebensweise von Monospora cuspidata, die in der Leibeshöhle der zu den Krebsen gehörenden Wasserflöhe (Daphniden) lebt, nachdem die spitzen Sporen durch die Wandung des Darmkanals eingedrungen sind. Obgleich viele dieser Pilze von den weißen Blutkörpern verzehrt werden, eine Beobachtung, die die Leukozytentheorie Metschnikoffs veranlaßt hat, sterben doch häufig die Wasserflöhe durch diese Pilzkrankheit. Hierdurch kann mittelbar auch die Fischzucht geschädigt werden, da die Wasserflöhe eine wichtige Nahrung mancher Fische sind. Auch Farbstoffe werden von einzelnen Arten gebildet; so bildet S. niger dunkle Flecke auf Gelatine, S. glutinis rote Schleimhaufen auf Stärkekleister.

Unterklasse 2:

Euascomycetes oder Echte Schlauchpilze.

Diese große Hauptabteilung unterscheidet sich nur durch die konstante Zahl der Sporen in jedem hier als Ascus bezeichneten Sporangium. Die zuerst zweikernigen Asci bringen nach Verschmelzung dieser Kerne durch freie Zellbildung die meist in der Zahl 8 vorhandenen Askosporen hervor.

Während man früher vor allem die Pilze mit freiliegender Askusscheibe als Discomycetes oder Scheibenpilze von den Pyrenomycetes oder Kernpilzen unterschied, bei denen die Schläuche das Innere einer Höhlung des Fruchtkörpers einnehmen, hat sich allmählich herausgestellt, daß es eine so scharfe Scheidung nicht gibt, daß vielmehr die meisten Familien der Euascomycetes zuerst geschlossene, nach und nach aber sich öffnende Fruchtkörper haben. Nur die Ordnungen der Protoascineae, Protodiscineae und Helvellineae haben von Anfang an freiliegende Schläuche, und zwar bilden diese bei den letzteren beiden eine Hymenialschicht, bei den Helvellineae auch gesonderte Fruchtkörper. Gänzlich und dauernd geschlossene Fruchtkörper finden sich vor allem bei den Tuberineae, Plectascineae und Perisporineae. Die Pezizineae, Phacidiineae und Hysteriineae zeichnen sich im reifen Zustand durch flache Askusscheiben aus, die bei den ersteren unbedeckt sind, bei den beiden anderen eine unregelmäßig oder durch einen Längsriß aufplatzende Decke besitzen. Bei den Tuberineae füllt das Hymenium, das Schläuche erzeugende Gewebe, die besonderen Kammern der Fruchtkörper aus, bei den Plectascineae stehen die Schläuche unregelmäßig im Inneren, bei den Perisporiineae am Grunde derselben. Das gleiche gilt für die meist durch ein Loch zugänglichen Fruchtkörper der Pyrenomycetes, die sich auch noch durch eine harte, deutlich vom Kern geschiedene Fruchtwand auszeichnen.

Ordnung 1:
Protoascineae oder Erstlings-Schlauchpilze.

Hierzu gehören diejenigen echten Schlauchpilze, deren Asken einzeln in verschiedener Höhe am Myzel sitzen.

Die einzige Familie, die der **Endomycetaceae** oder **Einzel-Schlauchpilze**, besteht aus nur für die Systematik interessanten, wenige Arten umfassenden Gattungen. Es sind kleine, zum Teil schimmelartige Pilze mit deutlichem Myzel, vier- bis achtsporigen Schläuchen und einzelligen Sporen und Konidien.

Die Gattung Podocapsa parasitiert auf Schimmelpilzen (Mucoraceae), bei der Gattung Eremascus, die auf verdorbenem Malzextrakt gefunden wurde (Abb. 21, O), bildet der Askus sich an der Spitze zweier schraubig gedrehter kopulierender Myzeläste. Im Olivenöl wächst die Gattung Oleina, während die wichtigste Gattung, Endomyces, teils auf Hutpilzen parasitiert, so E. decipiens (Abb. 21, N), die den Hallimasch (Armillaria mellea) durchwuchert und verunstaltet, teils auf Spaltalgen Gallen hervorruft, teils auf Saftflüssen von Bäumen vegetiert. E. fibuliger soll zu den Hefepilzen überleiten.

Ordnung 2:
Protodiscineae oder Erstlings-Scheibenpilze.

Diese Ordnung unterscheidet sich von den Protoascineae nur dadurch, daß die Schläuche in gleicher Höhenlage nebeneinander stehen, also eine Art Fruchtschicht oder Hymenium bilden, während sie von den folgenden Ordnungen insofern verschieden ist, als diese Fruchtschicht in keiner Weise durch Hyphen bedeckt ist. Von den beiden Familien sind die Exoascaceae typische Parasiten mit die Wirtspflanze durchziehendem Myzel, während die Ascocorticiaceae Saprophyten mit häutigem, sich flach ausbreitendem, das Hymenium tragendem Myzel sind.

Die Familie der **Ascocorticiaceae** oder **Myzelhaut-Scheibenpilze** hat nur eine Art, Ascocorticium albidum (Abb. 22, H), die in Mitteleuropa und Nordamerika auf der Rinde abgestorbener Kiefernstümpfe als grauweißer, wenige Zentimeter langer Überzug auftritt.

Die Familie der **Exoascaceae** oder **Freischlauch-Scheibenpilze** ist in etwa 50 zu drei Gattungen gehörenden Arten bekannt und zum Teil von beträchtlichem Schaden für die befallenen Pflanzen und so mittelbar auch für den Menschen.

Das durch Scheidewände gefächerte Myzel der Exoaskazeen wächst parasitisch zwischen den Parenchymzellen oder unter der Kutikula lebender Pflanzenteile (Abb. 22, C 3). In letzterem Falle wird es bei der Fruktifikation zuweilen vollständig verbraucht, und zwar durch Auswachsen jeder Zelle zu einem Schlauch, während es in anderen Fällen wenigstens als Stielzellen der Schläuche erhalten bleibt (Abb. 22, D 2). Jeder Schlauch entwickelt im allgemeinen acht (ausnahmsweise auch nur vier) glatte, farblose Sporen (Abb. 22, C 4), die leicht in hefeartige Sprossung übergehen (Abb. 22, C 5). Bei der Gattung Taphria sprossen die Sporen schon innerhalb des Askus aus, so daß die Schläuche vielsporig zu sein scheinen; das gleiche findet sich auch bei der Gattung Magnusiella, der eine unter der Kutikula verlaufende Myzelschicht fehlt.

Die Wirkung der Exoaskazeen auf die befallenen Pflanzen ist verschieden. Manche Arten verursachen blasenartig aufgetriebene, häufig gelbweiß oder rötlich gefärbte Flecke auf den Blättern; so z. B. macht Taphria aurea goldgelbe Blasen auf Pappelblättern, T. Sadebeckii ähnliche auf Erlenblättern, T. purpurascens macht die Blätter von Rhus-Arten runzelig und färbt sie purpurrot, Exoascus bullatus verursacht weiß überzogene Blasen an den Blättern von Birnen und japanischen Quitten, Magnusiella flava blaßgelbe Flecke auf Betula populifolia in Nordamerika, M. potentillae hellgelbe Flecke und Auftreibungen auf Potentilla-Arten. Starke Deformationen der Blätter bewirkt T. carnea auf Betula nana (Abb. 22, F), Exoascus Tosquinetii auf Erlenblättern, besonders aber Exoascus deformans auf Pfirsichblättern (Abb. 22, B), indem er auf ihnen die Kräuselkrankheit hervorruft, bei der die blasigen Auftreibungen der Blätter von einem weißlichen Flaum (dem Hymenium des Pilzes) überzogen erscheinen.

Eigenartige Mißbildungen werden auch auf Farnen hervorgerufen, so warzige Auswüchse durch Taphria filicina (Abb. 22, G), büschelige durch T. laurencia, geweihartige durch Exoascus cornu cervi (Abb. 22, D).

Andere Arten befallen die Früchte der Wirtspflanzen, so z. B. ruft Taphria rhizophora goldgelbe Überzüge an jungen Pappelfrüchten hervor, Exoascus alnitorquus (Abb. 22, A) veranlaßt die merkwürdigen, namentlich im Gebirge häufigen, gekrümmten Wucherungen an Erlenfrüchten, vor allem bekannt und gefürchtet sind aber die von Exoascus pruni (Abb. 22, C) verursachten, als Taschen, Narren oder Schoten bezeichneten Umgestaltungen der Pflaumen, die oft in ganzen Gebieten die Ernten stark beeinträchtigen.



Abb. 22: Erstlings-Scheibenpilze (Protodiscineae).

A Exoascus alnitorquus auf Erlenfrüchten. B Exoascus deformans auf einem Pfirsichblatt. C Exoascus pruni: 1 Auf Pflaumenfrüchten; 2 deformierte Pflaume (Tasche), im Längsschnitt; 3 Myzel unter der Kutikula; 4 Schläuche; 5 hefeartige Sprossung. D Exoascus cornu cervi: 1 Auf Aspidium aristatum; 2 einige Schläuche, vergr. E Taphria carpini, Hexenbesen auf der Hainbuche bildend. F Taphria carnea auf Betula nana. G Taphria filicina auf einem Farn. H Ascocorticium albidum, vergrößert.

Wiederum andere Arten veranlassen eine Hypertrophie der Verzweigungen; es entstehen hierdurch sogenannte Hexenbesen, die zwar zuweilen andere Ursachen haben, bei denen man aber zuerst stets die Wirkung von Exoaskazeen vermutet. So bildet Exoascus cerasi auf Kirschen, E. betulinus auf Birken, Taphria carpini (Abb. 22, E) auf Hainbuchen, T. Kruchii auf Steineichen Hexenbesen; eine andere Art, vermutlich T. Bussei, richtet in Kamerun auf Kakao einigen Schaden an.

Ordnung 3:

Helvellineae oder Morchelpilze.

Die Angehörigen dieser Ordnung sind größtenteils saprophytisch lebende Pilze mit fädigem, das Substrat durchziehendem Myzel und meist ansehnlichen fleischigen oder wachsartigen Fruchtkörpern; diese sind von keulen-, hut- oder krustenförmiger Gestalt und lassen gewöhnlich den Stiel und den fruchttragenden Teil deutlich unterscheiden; letzterer

ist von einem flach ausgebreiteten, von vornherein freien Hymenium bedeckt, das aus palisadenartigen, mit Paraphysen untermischten Schläuchen besteht. Die meist acht, selten mehr oder auch nur zwei Sporen enthaltenden Schläuche öffnen sich durch ein Loch oder einen Deckel (Abb. 23, F 2); die ein- oder mehrzelligen, öfters Öltropfen enthaltenden, zuweilen an den Enden warzigen Sporen keimen vermittelst eines Schlauches. Einige Arten sind beliebte Speisepilze, andere bewirken Wurzelerkrankungen bei Wald- und Obstbäumen.

Die Ordnung zerfällt in die drei Familien der Geoglossaceae, Helvellaceae und Rhizinaceae, je nachdem der Fruchtkörper kolben-, keulen- bzw. kopfförmig, hutförmig oder flach ausgebreitet und ungestielt ist.

Die Familie der **Geoglossaceae** oder **Kolben-Morchelpilze** besteht aus zwölf nicht sehr artenreichen, meist auch bei uns vertretenen wenig wichtigen Gattungen.

Geoglossum, die Erdzunge (Abb. 23, A), Leotia, die Kopf-Morchel (Abb. 23, B), Spathularia, die Spatel-Morchel (Spatelpilz; Abb. 23, C), Vibrissea, die Knopfmorchel (Abb. 23, G), Mitrula, die Hellhauben-Morchel (Haubenpilz; Abb. 23, H), und Microglossum, die Farbhauben-Morchel, sind die artenreichsten Gattungen. Einige Arten, z. B. Cudonia circinans, die Helm-Morchel (Helmkreisling), und Spathularia clavata, der gelbe Spatelpilz, sind eßbar. Roesleria pallida, die Kugelkopf-Morchel, deren kugeliger, wachsartig-horniger, 1—2 mm breiter Kopf einem 1—3 cm langen Stiel aufsitzt, befällt die Wurzeln von Obstbäumen und Weinstöcken und soll das Absterben derselben veranlassen.

Die Familie der **Helvellaceae** oder **Hut-Morchelpilze** umfaßt nur fünf Gattungen, die aber größtenteils ziemlich ansehnliche hutförmige Fruchtkörper entwickeln.

Bei Morchella und Gyromitra, den als Speisepilze wichtigsten Gattungen, ist der Hut ganz oder wenigstens im oberen Teile hohl. Bei Morchella, der Echten Morchel, zeigt der Hut außen wabenartige Vertiefungen (Abb. 23, E 1, F 1), bei Gyromitra, der Falten-Morchel (Abb. 23, D), nur gewundene Falten. Von beiden, auch in Nordamerika und Australien verbreiteten Gattungen sind sämtliche Arten eßbar, doch muß man bei Gyromitra die Pilze mit heißem Wasser abbrühen und das Wasser abgießen, um die giftige Helvellasäure aus ihnen auszuziehen, die übrigens auch schon beim Trocknen verschwindet.

Bei uns als Speisepilze beliebt sind vor allem die im Frühling in Wäldern und Gebüschen häufige Speise-Morchel, Morchella esculenta (Abb. 23, E), die viel schmälere, spitzere und längere Spitz-Morchel, M. conica (Abb. 23, F), die kastanien- bis schwarzbraune Falten- oder Stockmorchel, Gyromitra esculenta (Abb. 23, D), sowie die ockerfarbene oder hell olivenbraune, bis faustgroße Riesen-Stock-Morchel, G. gigas. Auch die Käppchen-Morchel, Morchella rimosipes, sowie die hohe Morchel, M. elata, sind wohlschmeckend. Die Gattungen Verpa, Helvella sowie die wenig bekannte nordamerikanische Cidaris haben nur der Spitze des Stieles aufsitzende Hüte, die bei Verpa, der Glocken-Morchel, glockenförmig und runzelig (Abb. 23, J), bei Helvella, der Lorchel oder Lappen-Morchel, lappenförmig und nach dem Stiele umgeschlagen, glatt oder leicht wellig sind. Die bei uns im Herbst beliebte, in Nadelwäldern häufige H. infula, die Herbst-Lorchel oder Bischofsmütze, besitzt einen zwei- bis vierspitzigen, 5—12 cm langen und breiten Hut mit kastanienbraunen Fruchtlagern, während der dicke, erst später hohle Stiel weißlich oder blaßrötlich gefärbt ist. Diese sowie H. crispa, die krause Lorchel, haben einen stark gefurchten weißen Stiel und gelblichweißen Hut, die Gruben-Lorchel, H. lacunosa, einen ebensolchen mehr grauen Stiel, aber einen dunklen Hut; bei H. elastica ist der Stiel dünn, bei H. atra der ganze Pilz schwärzlich.

Die Familie der **Rhizinaceae** oder **Ohnstiel-Morchelpilze** besteht aus fünf kleinen Gattungen stielloser Pilze, von denen Psilopezia, die Krusten-Morchel, und Rhizina, die Wurzel-Morchel, flache, krustenartige Fruchtkörper haben, während die amerikanische Underwoodia, die Säulen-Morchel, aufrecht säulenförmige, die mitteleuropäische Sphaerosoma, die Trüffel-Morchel, sowie die nordamerikanische Spragueola, die Knollen-Morchel, rundlich knollige, Trüffeln ähnliche Fruchtkörper besitzen, die aber im Gegensatz zu den Trüffeln ihr Hymenium außen tragen.

Die in Europa und Amerika verbreiteten Gattungen Psilopezia und Rhizina unterscheiden sich dadurch, daß bei der ersteren die Fruchtkörper glatt sind, bei der letzteren, dem Haftling, dagegen wurzelartige Fortsätze tragen (Abb. 23, K). R. inflata, der wellige Haftling, findet sich in Wäldern besonders an Brandstellen häufig und soll die Ursache einer gefährlichen Wurzelkrankheit der Waldbäume, besonders der Kiefern, sein.

Ordnung 4:
Pezizineae oder Napfpilze.

Überaus zahlreiche, schon in mehreren tausend Arten bekannte Pilze sehr verschiedener Größe, deren Fruchtschicht (Hymenium) zuerst mehr oder weniger von weichem Myzel

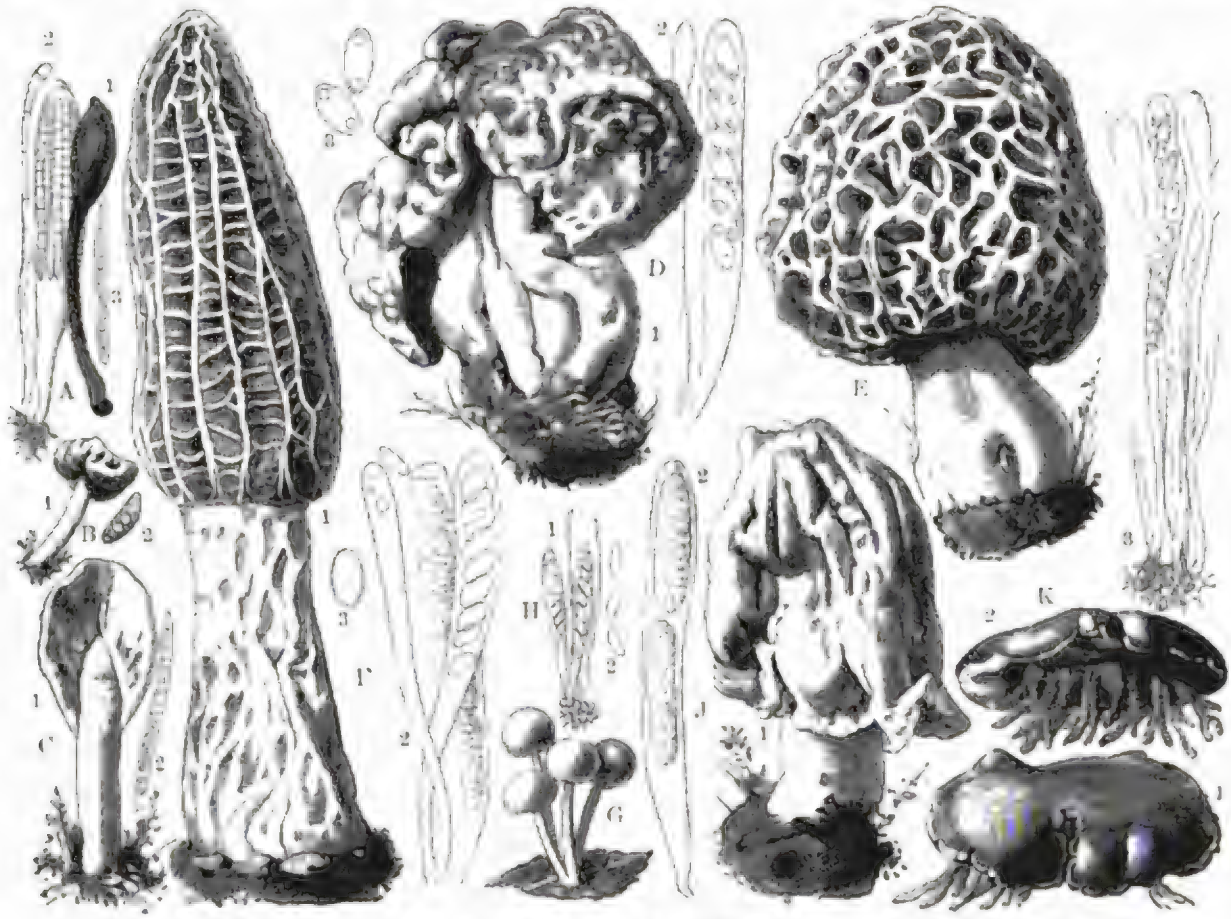


Abb. 23: Morchelpilze (Helvellineae).

A Geoglossum hirsutum: 1 Habitus; 2 Schlauch mit Paraphyse; 3 Spore.
B Leotia gelatinosa: 1 Habitus; 2 Spore.
C Spathularia clavata: 1 Habitus; 2 Spore.
D Gyromitra esculenta: 1 Habitus; 2 Schlauch mit Paraphyse; 3 Sporen.
E Morchella esculenta: Habitus.
F Morchella conica: 1 Habitus; 2 Schläuche mit Paraphysen; 3 Spore.
G Vibrissea sp.: Habitus.
H Mitrula cucullata: 1 Schläuche mit Paraphysen; 2 Sporen.
J Verpa bohemica: 1 Habitus; 2 Schlauch.
K Rhizina inflata: 1 Habitus von oben, 2 von der Seite; 3 Schlauch mit Paraphysen.

eingeschlossen ist, aber schließlich frei zutage tritt, sind in der Gruppe der Napfpilze zusammengefaßt. Das verzweigte dünne Myzel ist durch Querscheidewände gefächert, doch sind auch Dauermyzelien oder Sklerotien nicht selten. Die Fruchtkörper sind meist fleischig oder lederig, häufig gestielt, anfangs fast kugelig und geschlossen oder mit nur kleiner Mündung versehen; bei der Reife öffnen sie sich becher- oder krugförmig. Die Fruchtschicht nimmt dann den obersten Teil der Innenfläche des Bechers oder Kruges ein und ist aus palisadenartig dicht nebeneinanderstehenden, mit Paraphysen untermischten Schläuchen gebildet. Die Fruchtkörper, häufig Apothezien genannt, gliedern sich in die äußere Hüllschicht (Peridie, Perithezium), die Fruchtschicht (Hymenium) und die darunter liegende Schicht (Hypothezium);

im allgemeinen sind Peridie und Hypothezium von derselben meist fleischigen oder lederigen, selten knorpeligen Beschaffenheit. Die Schläuche enthalten gewöhnlich 8, seltener 4, 16, 32 oder mehr ein- oder mehrzellige Sporen, die zuweilen hefeartige Sprossung aufweisen.

Als Nebenfruchtformen kommen Konidien der verschiedensten Gestalt vor, die bald an freien Myzelfäden sitzen (Typus der Hyphomyzeten), bald in polsterförmigen Lagen von kurzen Tragzellen abgeschnürt werden (Typus der Tuberkulariazeen), bald in besonderen Behältern gebildet werden (Typus der Sphäropsideen).

Eine große Zahl von Flechten gehört, was ihre Pilzkomponente betrifft, unzweifelhaft zu den Napfpilzgewächsen; sie werden meist als Discolichenes zusammengefaßt, und die sogenannten parasitischen Flechten, die des Thallus und damit auch der Algenkomponente entbehren, sind überhaupt folgerichtig als echte Peziziueen anzusehen.

Die meisten Napfpilzgewächse sind Saprophyten, manche sind zuerst Parasiten und in späteren Stadien Saprophyten, andere bleiben freilich dauernd Parasiten; hierzu gehören einige wichtige Schädlinge, z. B. der **Lärchenkrebs** (Dasyscypha Willkommii; Abb. 24, F) sowie das den Kiefern häufig sehr schädliche Cenangium abietis. Eßbar sind nur wenige größere Arten der Gattung Peziza (Abb. 24, A, B) sowie Cyttaria (Abb. 24, G). Die Ordnung zerfällt in zehn Familien, die auf Form, Beschaffenheit und Differenzierung der Fruchtkörper basiert sind.

Die Familie der **Pyronemaceae** oder **Frei-Napfpilze** hat anfangs kugelige, später konvexe, dem Hyphengeflecht aufsitzende Fruchtkörper mit von Anfang an offener Fruchtschicht und nicht oder schwach entwickelter Peridie.

Von Wichtigkeit ist nur der auf Brandstellen, Lohe, Blumentöpfen vorkommende Pilz Pyronema omphalodes, der bis zu 10 cm breite kreisförmige, fleischrote, von weißen, strahligen Fäden umgebene Krusten bildet. Bei ihm läßt sich nämlich die Kopulation des Inhaltes der keulenförmigen Antheridiumzelle und der fast kugeligen Oogoniumzelle durch einen von der letzteren erzeugten Konjugationsschlauch gut verfolgen. Die Kerne des Antheridiums treten erst in diesen Schlauch, dann, nach Resorption der trennenden Wand, in das Oogonium und verschmelzen dort einzeln mit den Kernen desselben. Hierauf wandern die verschmolzenen Kerne in Ausstülpungen des Oogoniums, die zu askogenen Hyphen auswachsen, indem aus ihnen die Schläuche gebildet werden, während die Hyphen, aus denen die Paraphysen und das Hypothezium entstehen, schon vor der Befruchtung angelegt werden.

Die Familie der **Pezizaceae** oder **Echten Napfpilze** hat fleischige, zuerst kugelig geschlossene, dann krug- oder schüsselförmig sich ausbreitende Fruchtkörper. Behaart sind die letzteren besonders bei der in etwa 100 Arten bekannten, auf Holz, Kot und Erde lebenden Gattung Lachnea, kahl bei der in über 150 Arten über die ganze Erde verbreiteten Gattung Peziza (Abb. 24, A, B). Es sind Saprophyten, von denen viele Arten besonders auf Mist leben.

Von Peziza, dem **Becherling**, werden einige große Arten, wie **P. venosa**, der **Ader-Becherling**, **P. reticulata**, der **Netz-Becherling**, **P. badia**, der kastanienbraune Becherling, **P. cochleata**, der **schneckenförmige Becherling**, **P. leporina**, der **Hasenohr-Becherling**, **P. vesiculosa**, der **blasige Becherling**, als sogenannte **Ohrmorcheln** zusammen mit Morcheln gesammelt. Auch die schwarzbraune, außen weißliche und gabelig gerippte **P. acetabulum**, die im Frühjahr und Herbst in den Wäldern Europas und Nordamerikas häufig ist, wird gegessen. Einige Arten besitzen gelb oder rot gefärbte Fruchtscheiben, indem die Paraphysen einen Farbstoff enthalten; so z. B. ist die Scheibe bei der an feuchten Mauern häufigen **P. muralis** ockerfarben, bei der auf Waldboden wachsenden, bis handgroßen, fast ungestielten **P. aurantia** (Abb. 24, B) rot. Große, meist bräunliche, der Länge nach aufgeschlitzte und oft ohrförmig aussehende Fruchtkörper ohne deutlichen Stiel hat die auch bei uns auf Waldboden häufige Gattung Otidea.

Die Familie der **Ascobolaceae** oder **Wurfschlauch-Napfpilze** ist den Echten Napfpilzen sehr ähnlich; sie unterscheidet sich durch die bei der Reife aus dem Hymenium hervortretenden Schläuche (Abb. 24, C 3). Ihre Angehörigen sind gleichfalls meist Mistbewohner.

Besonders häufig sind Arten der Gattung Ascobolus oder Schlauchwerfer, wie A. glaber, A. stercorarius (Abb. 24, C) usw. Die Gattung Thelebolus oder Blasenschneller, deren Fruchtkörper nur einen oder wenige Schläuche mit vielen Sporen enthalten, wird von manchen als besondere Familie zu der Unterklasse der Hemiascomycetes gestellt, indem der Schlauch als Sporangium, die Fruchtwandung als Sporangiumhülle angesehen wird. Die auf einer Basalzelle sitzenden Schläuche stoßen ihren Inhalt als kugelige Blase aus der Mündung des Fruchtkörpers heraus. Es sind kleine, namentlich auf Tierkot, Humusboden, faulenden Blättern und Holz lebende Pilze mit halbkugeligen, wenige Millimeter großen, hell gefärbten Fruchtkörpern.



Abb. 24: Napfpilze (Pezizineae) und Klappen=Schorfpilze (Phacidiineae).

A Peziza macropus: 1 Habitus; 2 Schlauch mit Paraphysen.
B Peziza aurantia: 1 Habitus; 2 Schlauch; 3 Spore.
C Ascobolus stercorarius: 1 Pilzkolonie auf Mist; 2 Einzelpilz, vergrößert; 3 Längsschnitt durch den Fruchtkörper; 4 Schlauch mit Paraphysen; 5 unreife und reife Spore.
D Sclerotinia urnula: 1 Preiselbeerfrüchte, zu Sklerotien mumifiziert; 2 auskeimende Sklerotien mit Fruchtkörpern; 3 Chlamydosporen; 4 Schlauch; 5 Konidien am Myzel.
E Sclerotinia tuberosa: Sklerotium mit Fruchtkörpern.
F Dasyscypha Willkommii: 1 Habitus; 2 Fruchtkörper, vergrößert; 3 Schlauch.
G Cyttaria Gunnii: 1 Wirtspflanze mit Stroma u. Fruchtkörpern; 2 überreifes Stroma im Durchschnitt; 3 Schlauch.
H Bulgaria polymorpha: 1 Habitus; 2 Schlauch mit Paraphysen; 3 Myzelfaden mit Konidien.
J Hysteropatella Prostii: 1 Habitus; 2 Schlauch mit Paraphysen.
K Tryblidium caliciiforme auf Eichenrinde, vergrößert.
L Rhytisma acerinum: 1 Habitus; 2 Fruchtkörper, schwach vergrößert; 3 Konidienlager im Durchschnitt; 4 Schlauch mit Paraphysen.

Die Familie der **Helotiaceae** oder **Hüll=Napfpilze**, deren fleischiger Fruchtkörper von einer meist deutlich differenzierten, aus hell= und dünnwandigen, gestreckten Hyphenzellen bestehenden Hautschicht bedeckt ist, enthält eine Reihe schädlicher Pilze. Von den 26 Gattungen sind die meisten rein saprophytisch und bewohnen verwesendes abgefallenes Laub oder Koniferennadeln, Stengel, Rinden, faulendes Holz und Früchte, besonders Koniferenzapfen; auch an Farnwedeln und Schachtelhalmstengeln finden sie sich zuweilen.

Während manche Gattungen recht groß werden, so die in den Tropen häufige Pilocratera mit langen Fruchtbecherborsten sowie die auch in Deutschland nicht seltene filzig=behaarte Gattung Sarcoscypha, die sich meist durch hellrote und schwefelgelbe Hymeniumscheiben auszeichnet, haben die meisten Gattungen nur winzige, oft kaum stecknadelkopfgroße Fruch.körper. Die Arten der Gattung Chlorosplenium, z. B. die in Deutschland vorkommenden C. aeruginosum und C. aeruginascens, färben durch einen von den Hyphen abgesonderten Farbstoff ihr Substrat, faulendes Holz, häufig auf weite Strecken hin grün.

Die nicht weniger als 200 Arten umfassende Gattung Helotium bildet auf faulenden Vegetabilien kleine, fast ungestielte, meist gelbe oder bräunliche, zuweilen auch weißliche oder rötliche Scheiben, Ombrophila besitzt violette, zuletzt gewöhnlich schüsselförmige Fruchtscheiben, Coryne zeichnet sich durch gewöhnlich büschelig stehende, kurz und dick gestielte, hornartige oder gallertige Fruchtkörper aus. C. sarcoides, bei uns an faulendem Holz häufig, ist ein 1,5 cm hoher, gallertiger, meist rotvioletter Pilz.

Sehr artenreich sind auch die Gattungen Lachnum und Dasyscypha; zu der letzteren gehören einige gefährliche Krebskrankheiten, besonders der Lärchenkrebs, D. Willkommii (Abb. 24, F), dessen Myzel von Wundstellen der Zweige der Lärche aus in das Holz eindringt, die Rinde abtötet und große, immer mehr um sich greifende Krebsstellen verursacht, an denen die kleinen, außen weißhaarigen, mit orangefarbener oder rötlicher Scheibe versehenen Fruchtkörper erscheinen. In ähnlicher Weise tritt D. Warburgiana als Krebs an den Cinchona-Bäumen in Java auf.

Eine sehr eigenartige Gattung ist Sclerotinia, bei der die meist langgestielten Fruchtkörper aus einem harten Dauermyzel (Sklerotium) entspringen, das entweder innerhalb der Früchte oder innerhalb der Stengel oder Blätter der Wirtspflanze entsteht. Von Sclerotinia werden vor allem Erikazeen befallen, besonders Vaccinium, Rhododendron, Ledum, ferner Rosazeen, wie Traubenkirsche, Kirsche, Mispel, Quitte, Eberesche, schließlich auch Eicheln und Erlenfrüchte. Besonders häufig ist S. urnula, die Preiselbeer-Sklerotinie (Abb. 24, D), und S. baccarum, die Heidelbeer-Sklerotinie. Erstere überzieht mit ihrem Chlamydosporen bildenden Myzel (Abb. 24, D 3) die Blätter der Preiselbeere mit einer Art Schimmel; der Mandelgeruch desselben lockt Insekten an, welche die leicht lösbaren Chlamydosporen zu den Narben der Preiselbeerblüten verschleppen. Von dort aus dringen die aus den Sporen entstehenden Schläuche in den Fruchtknoten ein, erfüllen ihn mit Myzel, das sich schließlich zu einem harten, die Frucht mumifizierenden Sklerotium verdichtet (Abb. 24, D 1). Die abfallenden, die Früchte erfüllenden Sklerotien bringen im nächsten Frühling langgestielte becherförmige Fruchtkörper hervor (Abb. 24, D 2), deren ausgeschleuderte Sporen wieder die Preiselbeerblätter infizieren. Bei einigen Arten wachsen Chlamydosporen und Sklerotien auf verschiedenen Pflanzen, so bei S. Ledi, deren Sklerotien auf Ledum palustre, deren Chlamydosporen hingegen auf der Sumpfbeere, Vaccinium uliginosum, wachsen.

Unter den Arten, deren Sklerotien sich in Stengeln usw. entwickeln, ist S. tuberosa, die Knollen-Sklerotinie (Abb. 24, E), sehr häufig; sie bildet in den Wurzelstöcken von Anemone nemorosa große Sklerotien, aus denen die Fruchtkörper mittels langer Stiele bis zur Erdoberfläche steigen. An feuchten Weinblättern und -ranken treten die schwarzen Sklerotien von S. Fuckeliana häufig auf, aus denen sich 5 mm breite, auf 1 cm langem Stiel sitzende Fruchtkörper entwickeln. Als Konidienform hierzu wird die unter den Fungi imperfecti zu betrachtende Botrytis cinerea angesehen, die auf den Blättern mancher unserer Gemüsepflanzen Fäulnisflecke hervorruft, aber auch auf reifen Weinbeeren eine Art Edelfäule verursacht. Zur gleichen Art gehört wahrscheinlich auch S. trifoliorum, die den Kleekrebs, S. bulborum, die den sogenannten schwarzen Rotz der Hyazinthen- und die Fäule der Speisezwiebeln, sowie S. Kauffmanniana, die den Hanfkrebs verursacht, ferner S. sclerotiorum, die bei vielen Kulturpflanzen, besonders bei Raps, Kohl, Runkelrüben, das Umfallen der Keimlinge bewirkt und auch Mohrrüben, Zichorien, Bohnen, Buchweizen usw. befällt.

Die Familie der **Mollisiaceae** oder **Rindenhüll-Napfpilze** unterscheidet sich von den Helotiazeen durch die meist dick- und dunkelwandigen, nicht gestreckten, sondern wie ein Parenchymgewebe aussehenden Myzelzellen der Rindenschicht. Die etwa 14 Gattungen umfassen fast nur kleine, häufig winzige tellerförmige Pilze, die teils parasitisch auf lebenden, größtenteils saprophytisch auf abgestorbenen Pflanzenteilen sitzen.

Gefährlich kann Pseudopeziza trifolii den verschiedenen Kleearten werden; ihre Fruchtteller brechen auf der Oberseite der Kleeblätter inmitten der abgestorbenen Flecke der Blattsubstanz hervor. Wachsartig sind die Fruchtkörper der vielen meist parasitischen Arten der Gattung Pyrenopeziza, lebhaft gefärbt, gewöhnlich gelb oder rot, die der auf abgestorbenen Stengeln, Blättern, Nadeln und Holz wachsenden Gattungen Calloria und Orbilia. Die sehr häufige rosafarbene oder gelbe, trocken blutrote O. coccinella bewohnt entrindetes Holz, Flechten und Hutpilze.

Die Familie der **Celidiaceae** oder **Schirm-Napfpilze** besitzt kaum eine Peridie, dagegen sind, wie bei den folgenden Familien, die Enden der Paraphysen zu einem sie schirmartig bedeckenden sogenannten Epithezium verschmolzen; die Fruchtkörper sind leder-, horn- oder

knorpelartig. Es sind fünf kleine Gattungen winziger Pilze, die teils auf Holz oder Rinde, teils auf Flechten leben und gewissermaßen einen Übergang zu den Flechtenpilzen darstellen, indem einige Arten in späteren Lebensstadien sich mit Algenzellen (Gonidien) zu Flechten verbinden.

Die auf Flechten schmarotzenden Arten bilden ihre gewöhnlich schwarzen Fruchtkörper entweder auf dem Thallus oder auf den Apothezien der Flechten; so findet sich Phacopsis vulpina auf Evernia vulpina, Conida destruens auf Physcia, Celidium stictarum auf Sticta.

Die Familie der **Patellariaceae** oder **Gehäuse-Napfpilze** hat ein deutliches Peridium, ist aber sonst der vorhergehenden ähnlich. Sie umfaßt etwa 22 Gattungen größtenteils kleiner, auf Holz saprophytisch lebender oder auf Flechten parasitierender Pilze, deren meist dunkle, derbe, anfangs kugelige und geschlossene Fruchtkörper später gewöhnlich eine rundliche oder längliche Öffnung zeigen oder auch sternförmig, seltener linienförmig aufspringen. Patinella, Scutula, Karschia, Melaspilea, Patellaria sind Gattungen mit zahlreicheren Arten, Hysteropatella (Abb. 24, J) bildet vielleicht einen Übergang zu den Hysteriazeen.

Die Familie der **Cenangiaceae** oder **Haut-Napfpilze** unterscheidet sich von den Patellariazeen dadurch, daß die krug- oder becherförmigen Fruchtkörper anfangs eingesenkt und beim Herausbrechen von einer später verschwindenden Haut eingeschlossen sind. Es sind etwa 25 Gattungen kleiner oder mittelgroßer, häufig dunkel gefärbter, meist leder-, horn- oder gallertartiger Pilze von schüssel- oder krugförmiger Gestalt, die größtenteils auf moderndem Holz wachsen, zuweilen aber auch auf Zweigen parasitieren.

Saprophytisch ist die auch größere Arten umfassende Gattung Bulgaria, von der B. polymorpha, der vielgestaltige Sack-Napfpilz (Abb. 24, H), bei uns an gefällten Eichen und Buchen sehr häufig ist, ferner die Gattung Godronia mit krugförmigen Fruchtkörpern. Parasitische Arten enthält Cenangium, z. B. C. abietis, dessen bräunliche Fruchtteller oft in Menge an den Ästen der Kiefern auftreten und zuweilen unter diesen großen Schaden anrichten, ferner die artenreichen Gattungen Dermatea und Tympanis.

Die Familie der **Cordieritidaceae** oder **Strang-Napfpilze** zeichnet sich dadurch aus, daß die Fruchtkörper nicht freistehen, sondern einem strangförmigen Hyphengewebe (Stroma) anhaften. Dieses ist hart und kohlig und trägt am Ende seiner Verzweigungen die napfförmigen Fruchtkörper. Die einzige Gattung Cordierites bewohnt das tropische Amerika und lebt saprophytisch auf faulendem Holz.

Die Familie der **Cyttariaceae** oder **Wabenkugel-Napfpilze** hat ein knollenförmiges Stroma, in dessen Oberfläche die Fruchtkörper eingebettet sind; erst zuletzt durchbrechen sie die dadurch wabenförmig aussehende Oberfläche des Stroma.

Die einzige Gattung Cyttaria (Abb. 24, G) bewohnt in wenigen Arten die Südspitze Amerikas sowie Tasmania, und zwar lebt sie parasitisch auf den antarktischen Buchenarten, an deren Zweigen sie abnorme Holzauswüchse hervorruft. Die Stromaknollen enthalten in ihrer stielartigen Verlängerung auch Konidienbehälter mit Mikrokonidien (Spermatien). Den Feuerländern dienen diese hellgelben kugeligen Pilzknollen von C. Darwinii als ein wichtiges vegetabilisches Nahrungsmittel.

Ordnung 5:

Phacidiineae oder Klappen-Schorfpilze.

Durch die feste Decke der Peridie, welche die Fruchtschicht des rundlichen Fruchtkörpers überzieht und erst bei der Reife, meist sternförmig, aufreißt, sind die Klappen-Schorfpilze charakterisiert. Es sind etwa 600 in drei Familien eingeordnete, meist kleine und saprophytische Arten bekannt, aber auch die parasitischen sind wirtschaftlich ohne Bedeutung.

Die Familie der **Stictidaceae** oder **Hell-Schorfpilze** hat fleischige, hell gefärbte Fruchtgehäuse sowie meist helle Fruchtscheiben. Die über 20 großenteils artenarmen

Gattungen leben von faulendem Holz und verwesenden Stengeln. Stictis enthält über 70 zum Teil überaus weit verbreitete Arten, einige bei uns heimische Arten der Gattung Cryptodiscus färben das Holz grün.

Die Familie der **Tryblidiaceae** oder **Schwarz-Schorfpilze** hat schwarze lederige oder kohlige Fruchtgehäuse und anfangs eingesenkte, später heraustretende Fruchtkörper mit dickem Hypothezium. Die sechs Gattungen bestehen aus meist sehr kleinen Arten. Einige Arten, z. B. Tryblidium caliciiforme (Abb. 24, K) auf Eichenrinde sowie Heterosphaeria patella auf dürren Umbelliferenstengeln, sind in Deutschland häufig.

Die Familie der **Phacidiaceae** oder **Senkfrucht-Schorfpilze** hat gleichfalls schwarze lederige oder kohlige Fruchtgehäuse, die Fruchtkörper bleiben aber dauernd dem Myzelgewebe (Stroma) eingesenkt und haben nur ein dünnes Hypothezium. Die etwa 20 Gattungen umfassen zahlreiche, meistens kleine fleck- oder punktförmige, dem Substrat, d. h. der Rinde, toten Stengeln, Blättern oder Nadeln, halb eingebettete Arten.

Besonders artenreich ist die Gattung Phacidium oder Klappenschorf; P. lacerum ist in Deutschland auf Fichtennadeln, P. abietinum auf Tannennadeln häufig. Andere Arten bewohnen die Blätter von Preiselbeeren, Labkraut, Stechpalme usw. Große, schließlich platzende Auftreibungen bewirkt Cryptomyces maximus an den Ästen der Weiden und Kornelkirschen, größere schwarze Flecke bilden das auf Ahornblättern überall gemeine Rhytisma acerinum, der Ahorn-Runzelschorf (Abb. 24, L), sowie R. salicinum auf Weidenblättern.

Ordnung 6:
Hysteriineae oder Spalt-Schorfpilze.

Die Spalt-Schorfpilze schließen sich den Phacidiineae eng an, doch zeigen sie eine schärfere Trennung des Fruchtgehäuses von der Fruchtschicht; das meist längliche Gehäuse springt gewöhnlich nur in einem Längsspalt auf und legt also die Fruchtschicht nur zu einem kleinen Teile frei. Es sind zahlreiche, in etwa 400 Arten bekannte, in fünf Familien eingereihte, meist sehr kleine Pilze mit lederigem oder hartem, häufig kohligem Gehäuse, deren Myzel meist saprophytisch, zuweilen aber auch parasitisch die verschiedensten Pflanzenteile durchzieht; einige Arten richten sogar größeren Schaden an.

Die Familie der **Hypodermataceae** oder **Ritzen-Schorfpilze** hat ihren Namen daher, daß sich die Fruchtkörper unter der Oberhaut der Wirtspflanze bilden, und zwar verwächst das häutig-lederige Gehäuse der Fruchtkörper mit den deckenden Schichten.

Von den neun Gattungen sind artenreich und wichtig Hypoderma und Lophodermium. Ersteres findet sich als längliche dunkle Flecke häufig an faulenden Pflanzenteilen, so z. B. der in Deutschland gemeine Brombeer-Ritzenschorf, H. rubi (Abb. 25, A). H. brachysporum befällt die Nadeln der Weimutskiefer und tötet zuweilen ganze Bestände. Lophodermium pinastri, der Kiefern-Kammritzenschorf (Abb. 25, B), bewirkt die Schütte, eine gefährliche Krankheit der Kiefern. Die Nadeln werden braunfleckig, später ganz braun, und entwickeln im ersten Jahre die früher als Leptostroma bezeichnete Pyknidenform dieser Art; die Apothezien, die eigentlichen Fruchtkörper, bilden sich meist erst an den abgefallenen Nadeln; auch die Fichten und Tannen werden von verwandten Arten befallen, ebenso Erikazeen, z. B. Preiselbeeren, Rhododendren, Kalmien, sowie viele andere Pflanzen.

Die Familie der **Dichaenaceae** oder **Klaff-Schorfpilze**, die nur aus der einen Gattung Dichaena besteht, unterscheidet sich dadurch, daß die schwarzen, häutig-lederigen Fruchtkörper erst später hervorbrechen. Die wenigen Arten sind Rindenbewohner, z. B. der bei uns auf der Eiche häufige Eichen-Klaffschorf, D. quercina (Abb. 25, C).

Die Familie der **Ostropaceae** oder **Kork-Schorfpilze** unterscheidet sich durch dicke, fast korkige, gleichfalls dunkle und später hervorbrechende Fruchtkörper. Die zwei kleinen Gattungen bewohnen trockene Äste europäischer Laubbäume.

Die Familie der **Hysteriaceae** oder **Kohlen-Schorfpilze** hat kohlige, schwarze, freiliegende Fruchtkörper. Von den 16 Gattungen ist vor allem die artenreiche Gattung Hysterium bekannt, namentlich das an der Rinde von Laubhölzern häufige H. pulicare, der Floh-Kohlenschorf (Abb. 25, D), dessen Schläuche vierzellige Sporen enthalten.

Die Familie der **Acrospermaceae** oder **Stab-Schorfpilze** hat frei und senkrecht stehende, lange, schmale Fruchtkörper mit braunem, häutig-hornartigem Fruchtgehäuse und

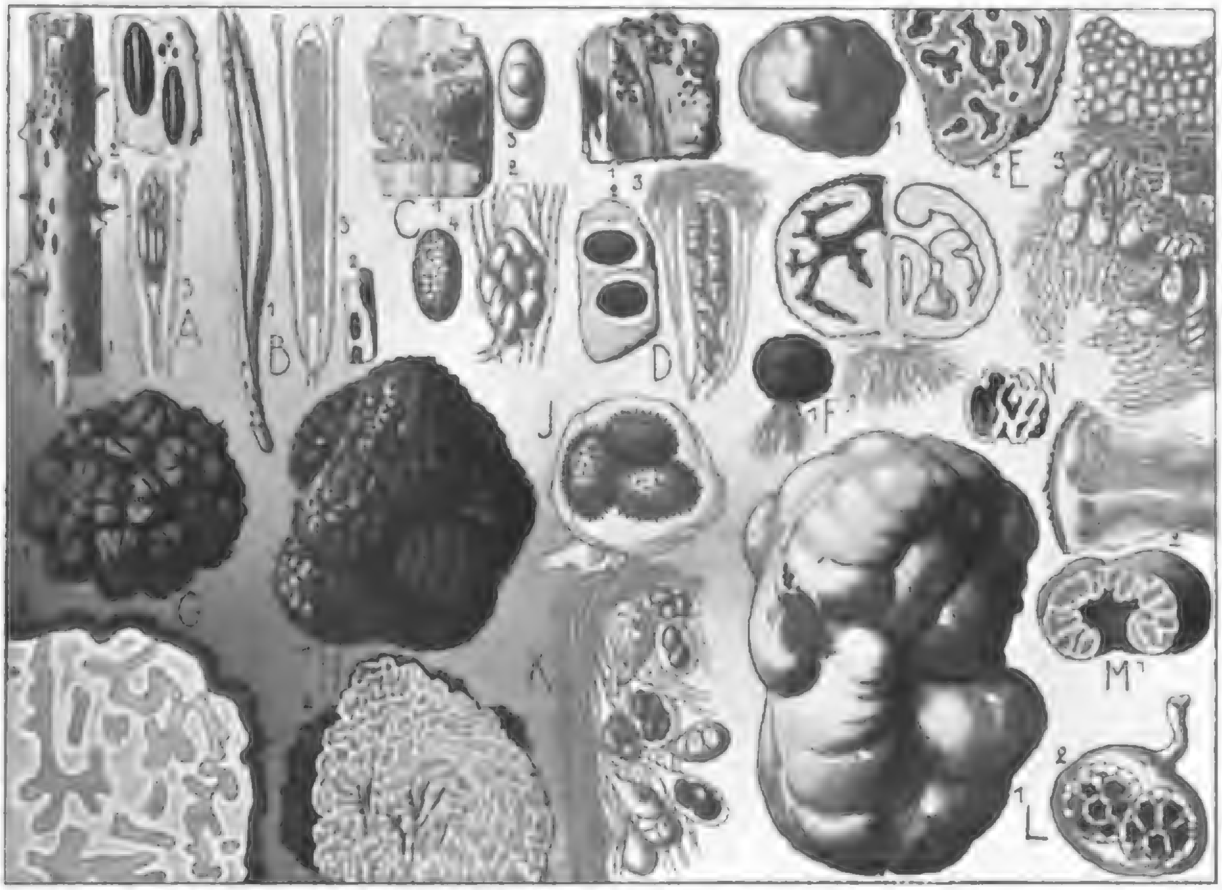


Abb. 25: Spalt-Schorfpilze (Hysteriineae) und Trüffelpilze (Tuberinae).

A Hypoderma rubi: 1 Rubusstengel mit Pilz-Fruchtkörpern; 2 einzelne Fruchtkörper, vergrößert; 3 Schlauch mit Paraphysen.
B Lophodermium pinastri: 1 Kiefernadel mit Pilz-Fruchtkörpern; 2 einzelne Fruchtkörper, vergrößert; 3 Schlauch mit Paraphysen.
C Dichaena quercina: 1 Eichenrinde mit Pilz-Fruchtkörpern; 2 Schlauch mit Paraphysen; 3 unreife, 4 reife Spore.
D Hysterium pulicare: 1 Rindenstück mit Pilz-Fruchtkörpern; 2 einzelne Fruchtkörper, vergrößert; 3 Schlauch mit Paraphysen.
E Balsamia vulgaris: 1 Fruchtknolle; 2 dieselbe im Durchschnitt; 3 Stück des Durchschnittes, vergrößert.
F Genea sphaerica: 1 Fruchtknolle; 2 Längsschnitt, vergr.
G Tuber aestivum var. mesentericum: 1 kleine Fruchtknolle; 2 Stück derselben im Durchschnitt.
H Tuber brumale var. melanosporum: 1 kleine Knolle; 2 dieselbe im Durchschnitt.
J Tuber brumale: Schlauch mit Sporen.
K Tuber rufum: Schläuche mit Sporen.
L Tuber magnatum: 1 Fruchtknolle; 2 Schlauch mit Sporen.
M Tuber excavatum: 1 Fruchtknolle im Durchschnitt; 2 Stück derselben, vergrößert.
N Gyrocratera Pöttneriana: Fruchtknolle im Durchschnitt.

kleiner Fruchtscheibe. Die beiden Gattungen, von denen Acrospermium auch in Deutschland vorkommt, bewohnen meist dürre Pflanzenstengel oder Rinden.

Ordnung 7:

Tuberineae oder Trüffelpilze.

Die Trüffelpilze zeichnen sich durch unterirdisch wachsende, zum Teil ansehnliche knollige Fruchtkörper aus. Das oft vergängliche fädige Myzel steht gewöhnlich mit Baumwurzeln in Verbindung und bildet häufig Mykorhizen (vgl. S. 121) an ihnen. Die dem Myzel entspringenden (Abb. 25, F) Fruchtkörper sind bald glatt (Abb. 25, L 1), bald warzig

oder höckerig (Abb. 25, G, H); sie enthalten zuweilen nur einen Hohlraum (Abb. 25, M 1), gewöhnlich aber hohle oder von Hyphen ausgefüllte Gänge bzw. Adern, deren Wandungen von dem Hymenium überzogen sind, und die meist nach außen eine (Abb. 25, F) oder mehrere (Abb. 25, G) Öffnungen haben. Die von Hyphengeflecht ausgefüllten, sich gewöhnlich im Durchschnitt dunkel markierenden Gänge (Abb. 25, G 2) werden als Venae externae bezeichnet, im Gegensatz zu den noch etwas dunkleren Trennungsschichten zwischen den Hymenien, den Trama-Adern, die auch als Venae internae bezeichnet werden. Die Schläuche stehen zuweilen dicht palisadenartig und sind von zylindrischer Form, gewöhnlich aber sitzen sie zerstreut und sind dann ellipsoidisch (Abb. 25, E 3, K) oder fast kugelig (Abb. 25, J, L 2). Die zu 2, 4 oder 8, zuweilen sogar nur in Einzahl in den Schläuchen befindlichen Sporen sind glatt (Abb. 25, E 3), stachelig (Abb. 25, J) oder mit Netzleisten versehen (Abb. 25, L 2); sie gelangen durch Zerfall des Fruchtkörpers ins Freie. Konidienbildungen sind nicht bekannt.

Die fast 100 Arten umfassenden 12 Gattungen, die sich meist in Mitteleuropa finden, werden zwei Familien eingereiht, den Balsamiaceae oder Schließ-Trüffelpilzen, mit nicht nach außen mündenden hohlen, gewundenen Kammern, und den Tuberaceae oder Echten Trüffelpilzen, mit nach außen mündenden oder sich in die Rinde fortsetzenden hohlen oder von Myzel erfüllten Gängen.

Die Familie der **Balsamiaceae** oder **Schließ-Trüffelpilze** besteht aus fünf nur wenige Arten enthaltenden Gattungen, von denen Balsamia und Geopora in Deutschland vorkommen.

Am bekanntesten ist die walnußgroße Balsamia vulgaris, die Rosette-Trüffel (Abb. 25, E); sie ist außen rostrot, innen weißlich und trocken, später jedoch von gelber, saftiger, stark, aber widrig riechender, schließlich zerfließender Masse erfüllt. Man kann sie essen, doch wird sie wenig geschätzt; sie findet sich in der Nähe kätzchentragender Bäume in Norditalien, namentlich in der Lombardei, und Frankreich, seltener in Deutschland.

Die Familie der **Tuberaceae** oder **Echten Trüffelpilze** enthält sieben Gattungen, von denen sich in Deutschland die Gattungen Genea, Gyrocratera, Hydnotrya, Pachyphloeus und Tuber finden.

Genea, die Nuß-Trüffel, eine in mehreren Arten in Deutschland vertretene Gattung, hat einen zentralen oder verzweigten, in eine scheitelständige Öffnung ausmündenden Hohlraum und bildet kleinere, 1—2 cm dicke, kugelige, dunkel berindete, widrig riechende Fruchtknollen, so z. B. G. sphaerica (Abb. 25, F). Ähnlich ist die Gattung Gyrocratera, die Kreisschlund-Trüffel, von deren zwei Arten die eine, G. Pöttneriana (Abb. 25, N), in Norddeutschland vorkommt: die Paraphysen sind hier nicht über dem Scheitel der Schläuche verwachsen, sondern enden frei. Hydnotrya oder die Gruben-Trüffel weist zahlreiche hohle, in Vertiefungen der Oberfläche mündende Gänge auf; von den in Deutschland wachsenden Arten hat H. carnea, die fleischfarbene Gruben-Trüffel, bis faustgroße, stark faltige Fruchtknollen, während H. Tulasnei, die rotbraune Gruben-Trüffel, nur einen Durchmesser von 3 cm erreicht. Die Gattung Pachyphloeus oder Dickrinden-Trüffel hat ebenso wie Tuber von Hyphen ausgefüllte Gänge, unterscheidet sich aber von Tuber durch dichtstehende, keulenförmige oder zylindrische Schläuche. Sie bildet haselnußgroße, meist etwas höckerige, trüffelartig riechende Knollen mit basalem Myzelansatz und oft scheitelständiger Vertiefung, in der die Hyphengänge ausmünden. Von den vier Arten finden sich drei auch in Deutschland.

Die bei weitem wichtigste Gattung ist Tuber oder die Trüffel, die etwa 40, größtenteils Europa bewohnende Arten umfaßt, während aus Amerika und Asien bisher nur eine geringe Anzahl von Arten bekannt geworden ist. Man unterscheidet echte und unechte Trüffeln; erstere gehören sämtlich zur Sektion Eutuber, bei der die Hyphengänge an mehreren oder vielen Punkten der Knollenoberfläche münden. Die zweite Sektion, Aschion, besitzt harte, holzige oder hornige Knollen, bei denen die Hyphengänge an der Basis ausmünden. Hierzu gehören die hasel- bis walnußgroßen, in Laubwäldern Mitteleuropas

wachsenden harten und saftlosen, nicht genießbaren Holz-Trüffeln, T. excavatum, die Hohl-Trüffel (Abb. 25, M), und T. rufum, die rote Trüffel (Abb. 25, K).

Zur Sektion Eutuber gehören sowohl gelbliche, glattknollige als auch dunkle, warzige Arten. Von den hellen und glatten Arten ist am bekanntesten die weiße Trüffel, die bis 8 cm große, odergelbe T. magnatum (Abb. 25, L), die namentlich in Frankreich und Norditalien häufig ist, aber auch am Oberrhein bei Hattenheim vorkommt. Sie ist sehr schmackhaft und besitzt ein starkes, etwas knoblauchartiges Aroma. Auch die walnußgroße, schwach aromatische und scharfe T. Borchii, die weißliche Trüffel, wird gelegentlich gegessen. Diese Art, ebenso wie die nach Rettich riechende T. rapaeodorum, die Rettich-Trüffel, findet sich gleichfalls noch an einzelnen Stellen von Deutschland.

Unter den dunklen und warzigen Trüffelarten sind am wichtigsten T. brumale, die Winter-Trüffel, nebst ihrer Varietät T. melanosporum, der schwarzsporigen Winter-Trüffel, sowie T. aestivum, die deutsche oder Sommer-Trüffel, nebst der Varietät T. mesentericum, der Darm-Sommer-Trüffel. Außerdem werden in Norditalien neben dem erwähnten T. magnatum noch T. macrosporum, die großsporige Trüffel, und T. oligosporum, die wenigsporige Trüffel, gesammelt.

Sowohl T. brumale als auch T. aestivum haben angenehmes Aroma, ersteres aber zur Zeit der Vollreife in höherem Maße. T. aestivum (Abb. 25, G 1) besitzt weit größere und weniger Warzen auf der Fruchtknolle als T. brumale (Abb. 25, H 1), auch sind seine Sporen von Netzleisten bedeckt, während T. brumale stachelige Sporen hat (Abb. 25, J). Die Varietät mesentericum unterscheidet sich von dem typischen T. aestivum nur durch die auch im frischen Zustande deutlich dunkler gefärbten Trama-Adern (Abb. 25, G 2), die Varietät melanosporum, die echte Perigord-Trüffel, von T. brumale durch das dunklere, schwarzviolette, von rostfarbenen Adern durchzogene Knollenfleisch.

Die Trüffeln kommen fast ausschließlich in Kalkgebieten vor, und zwar unter Kupuliferen, besonders unter Eichen, Buchen und Hainbuchen, vermutlich weil ihr Myzel in der Jugend mit den Mykorhizen, d. h. dem Pilzgeflecht, das die feinen Saugwurzeln dieser Bäume umgibt, in organischer Verbindung steht. Demgemäß sind auch die Versuche, Trüffeln ähnlich wie Champignons auf künstlichem Nährboden zu ziehen, ausnahmslos mißlungen. Sogar Verletzung des Waldbodens durch Hacken, wodurch die Saugwurzeln der Bäume beschädigt werden, stört schon die Trüffelentwickelung. Mit dem Fällen der Bäume verschwinden auch die Trüffeln, und nach dem Aufforsten erscheinen sie wieder, freilich nicht vor dem 15. bis 20. Jahre des Bestandes. Dagegen ist es in der Nähe von Paris gelungen, künstlich auf Mohrrübenscheiben zur Keimung gebrachte Sporen mit gutem Erfolg in Eichenwaldungen auszusetzen. Im Frühling ausgesetzte Saat ergab im Spätherbst schon kleine Früchte, sogenannte Hundenasen, im nächsten Jahr bei gut gelüftetem humosen Boden aber bereits richtige Trüffeln.

Während in Deutschland die meisten Trüffeln unter Buchen gefunden werden, vermutlich weil wir wenig Eichenwälder auf Kalkboden besitzen, findet man sie in Frankreich mehr unter Eichen, auch unter Steineichen sowie Quercus coccinea und pubescens.

T. brumale, die Winter-Trüffel, nebst ihrer Varietät melanosporum kommt vor allem in Südfrankreich und Norditalien vor, freilich auch in Südwestdeutschland (Elsaß und Baden), T. aestivum, die deutsche oder Sommer-Trüffel, sowie ihre Varietät mesentericum geht in Deutschland weiter nach Norden und findet sich noch reichlich in Hannover sowie in Böhmen. Sie erscheint schon im Frühling und reift während des Sommers. Unreif liefert diese Art die Mai-Trüffeln, reif erscheint sie in der Provence schon im August. Bei uns wird sie im August als noch wenig aromatische unreife Sommertrüffel gesammelt, während sie vom September an sowie den ganzen Winter hindurch als ausgewachsene, schwarze, aromatische Winter-Trüffel auf den Markt kommt. T. brumale ist hingegen eine ausgesprochene Winter-Trüffel und wird auch in Südfrankreich erst von Ende Herbst an gesammelt.

Beim Auffinden der meist einige Zentimeter unterhalb der Erdoberfläche wachsenden Trüffeln dienen kleine Risse, die infolge des vor der Reife recht schnellen Wachstums der Pilze im Erdboden entstehen, als Erkennungszeichen. Oft richtet man aber auch, und zwar schon seit dem 15. Jahrhundert, Hunde zum Trüffelsuchen ab, während man in Frankreich in der Provence und Poitou Schweine in die Wälder treibt, die sehr gern den Trüffeln nachstellen, denen sie aber rechtzeitig, ehe sie sie verschlucken, abgenommen werden müssen. Die Trüffeln finden sich nur selten in den Wäldern einheitlich verbreitet: gewöhnlich sind kleinere Trüffelplätze oder größere Trüffelfelder durch sterile Strecken unterbrochen.

Die Trüffeln dienen bekanntlich vor allem als Gewürz bei Fleischspeisen, Gänseleberpastete, Salaten, Suppen usw.; zuweilen ißt man sie auch mit Butter oder wie Kartoffeln gebraten oder endlich in Wein gekocht. Zum Export gelangen sie entweder frisch oder in Öl eingelegt oder ebenfalls in Wein gekocht;

in Stücke zerschnitten und getrocknet findet man namentlich die an sich wenig aromatischen unreifen Mai-Trüffeln im Handel. Der jährliche Ernteertrag Frankreichs allein beläuft sich auf etwa 30 Millionen Frank, was ungefähr 2 Millionen kg entspricht; geringer ist derjenige Norditaliens. Die Trüffelernten Deutschlands sind nicht sehr bedeutend und werden auf nur etwa 1000 kg jährlich geschätzt; um so größer ist aber der Konsum, bezieht doch allein Berlin jährlich für etwa ¹/₄ Million Mark Trüffeln.

Außer den hier erwähnten Tuberazeen werden häufig noch andere, später zu besprechende eßbare knollige Pilze als Trüffeln bezeichnet, so z. B. die Terfezia-Arten im Mittelmeergebiet sowie Choiromyces maeandriformis in Schlesien, ferner daselbst auch Hymenogaster niveus und Rhizopogon rubescens, während das giftige Scleroderma vulgare gelegentlich an Stelle der Trüffeln eingeschmuggelt wird.

Ordnung 8:
Protocaliciineae oder Mazädien-Schlauchpilze.

Die einzige kleine Familie der Protokaliziineen, die der **Protocaliciaceae** oder **Mazädien-Schlauchpilze**, zeichnet sich dadurch aus, daß sich die in den sitzenden oder gestielten, anfangs krugförmigen Fruchtkörpern befindlichen Schläuche zur Zeit der Sporenreife auflösen, ein Prozeß, bei dem die Sporen nebst den meist verlängerten Paraphysen zu einer Mazaedium genannten Masse verklebt werden. Es sind meist kleine, an Holz und Rinde epiphytisch lebende oder auf Flechten parasitierende Pilze, wie z. B. Mycocalycium und Mycoconiocybe, ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Ordnung 9:
Plectascineae oder Myzel-Schlauchpilze.

Die Myzel-Schlauchpilze sind Pilze sehr verschiedener Größe mit gut entwickeltem, parasitisch oder noch häufiger saprophytisch lebendem Myzel, das teils als weißer, fadiger Schimmel austritt (z. B. bei Aspergillus, Penicillium usw.), teils in dem Pflanzengewebe bzw. in der Erde hinkriecht, wobei es sich im letzteren Falle zuweilen sogar mit den Wurzeln lebender Pflanzen als Mykorhiza verbindet (z. B. bei Elaphomyces und Terfezia). Dauermyzelien (Sklerotien) finden sich nur selten.

Die Fruchtkörper sind meist von rundlicher, kugeliger oder knolliger Gestalt, nie hutförmig, zuweilen aber gestielt, z. B. bei Onygena (Abb. 26, K 1); sie sind von einer sterilen, fast stets undurchbrochenen Außenschicht (Peridie) umgeben, die häufig unmerklich in das innere Gewebe übergeht, bei der Reife gewöhnlich unregelmäßig zerfällt und nur selten lappig, ringförmig oder in regelmäßigen Sprüngen aufreißt. Die Schläuche befinden sich im Inneren des Fruchtkörpers und füllen diesen entweder völlig aus oder sind unregelmäßig in ihm verteilt, dann aber meist nesterweise gehäuft. Sie entstehen entweder überall gleichzeitig oder sukzessiv aus einem askogenen, häufig grundständigen Gewebe. Eine Sexualität ist nicht nachweisbar, wohl aber läßt sich das askogene Gewebe bei Gymnoaskazeen sowie bei Aspergillazeen (Abb. 26, C 2, 3) auf zwei miteinander verschlingende Hyphenäste zurückführen, bei denen indessen eine Kopulation des Zellinhaltes nicht hat nachgewiesen werden können, so daß die Bezeichnung der Hyphen als Karpogon und Antheridium, als zu gewagt, besser keine Anwendung finden dürfte. Die reifen Fruchtkörper sind häufig mit Schläuchen bzw. nach deren Zerfall mit Sporen ganz erfüllt, zuweilen untermischt mit derben, als Kapillitium bezeichneten Hyphen. Die Sporen erfüllen gewöhnlich zu acht, seltener in größerer oder geringerer Zahl die Schläuche; sie sind häufig vielzellig (Abb. 26, H 2), glatt oder skulpturiert und keimen vermittelst Schläuchen. Konidienformen finden sich nur bei einigen Familien, nämlich bei den Gymnoaskazeen

und Aspergillazeen, und zwar stehen die Konidien meist in kettenförmiger Anordnung (Abb. 26, C 1, D 1), seltener einzeln.

Die Zahl der in sieben Familien eingereihten Arten dieser Ordnung ist nicht sehr groß, etwa 250. Es sind einige Kosmopoliten darunter, wie z. B. eine Reihe der bekannten Schimmelformen von Aspergillus und Penicillium, die meisten Arten sind aber lokalisiert, manche auf die Tropen, andere auf die gemäßigte Zone beschränkt; einige (wie Terfezia) bevorzugen sogar den Rand der Wüste. Schädlich sind außer einzelnen die Nahrungsmittel



Abb. 26: Myzel-Schlauchpilze (Plectascineae).

A Myxotrichum chartarum: Fruchtkörper, stark vergrößert.
B Gymnoascus Reesii: Askogene Hyphe mit Schläuchen.
C Aspergillus herbariorum: 1 Konidienträger; 2, 3 Anlage des Fruchtkörpers mit spiraliger Hyphe; 4 reifer Fruchtkörper; 5 fast reifer Fruchtkörper im Durchschnitt; 6 junge Schläuche; 7 reifer Schlauch.
D Penicillium crustaceum: 1 Konidienträger; 2 junger Fruchtkörper; 3 junge Schläuche; 4 Sporen.
E Meliola furcata: 1 Fruchtkörper; 2, 3 Schläuche.
F Elaphomyces cervinus: 1 Fruchtkörper, halb durchschnitten; 2 Schlauch.
G Terfezia leonis: 1 Fruchtkörper im Durchschnitt; 2 Schlauch.
H Choiromyces maeandriformis: 1 Fruchtkörper im Durchschnitt; 2 Schlauch.
J Myriangium Duriaei: 1 Eine Kolonie von Fruchtkörpern auf einem Zweigstück; 2 ein Fruchtkörper, halb durchschnitten.
K Onygena corvina: 1 Fruchtkörper auf einer Feder; 2 einzelne Fruchtkörper, vergrößert; 3 Schläuche.

zerstörenden sowie einigen pathogenen Schimmelpilzen dieser Ordnung nur wenige Arten, nützlich mehrere Speisepilze sowie einige Diastase bildende Schimmelpilze, die bei Bereitung von Sake und Sojasauce eine Rolle spielen.

Die Familie der **Gymnoasceae** oder **Nackt-Schlauchpilze** zeichnet sich als einzige dieser Ordnung durch eine nicht dicht zusammenschließende Außenschicht aus, die hier noch deutlich den Charakter eines lockeren Hyphengeflechtes bewahrt.

Die Familie umfaßt fünf aus wenigen Arten bestehende Gattungen kleiner Pilze, die auf Mist sowie anderen faulenden Substanzen vorkommen; die kleinen rundlichen Fruchtkörper sind entweder von spinnwebartigem oder netz- bzw. gitterförmigem Myzel bedeckt, aus dem bei Gymnoascus hakige, bei

Myxotrichum (Abb. 26, A) spiralig eingerollte, bei der auf faulenden Federn wachsenden Ctenomyces kamm- oder sägeförmige Fortsätze hervortreten. Neben den Schlauchfrüchten mit acht einzelligen, meist stark gefärbten Sporen (Abb. 26, B) gibt es auch Konidienformen.

Die Familie der **Aspergillaceae** oder **Schimmel-Schlauchpilze** besteht aus zehn Gattungen kleiner, teilweise schimmel- oder rußartiger Pilze mit in der Regel kugeligen, auf der Oberfläche des Substrates gewöhnlich ohne Stiel aufsitzenden sehr kleinen Fruchtkörpern. Die dichte, oft wie Zellgewebe aussehende Außenschicht (Peridie; Abb. 26, C 4) bleibt meist bis zum Zerfall geschlossen und enthält zahlreiche rundliche bis birnförmige Schläuche mit 2—8 ein- oder mehrzelligen Sporen (Abb. 26, C 7).

Die wichtigsten Gattungen sind Aspergillus oder Kolbenschimmel und Penicillium oder Pinselschimmel, Schimmelpilze mit kugeligen Fruchtkörpern (Abb. 26, C 4, 5, D 2) und einzelligen Sporen. Zu ihnen gehören die zusammen mit einigen Mucor-Arten gemeinsten, überall verbreiteten Schimmelpilze Penicillium crustaceum (früher P. glaucum genannt) sowie Aspergillus herbariorum (früher A. glaucus oder Eurotium glaucum genannt).

Penicillium crustaceum, der allbekannte blaugrüne Pinselschimmel (Abb. 26, D), ist in seinen erst weißen, dann blaugrünen, schließlich schmutzig braungrauen Konidienrasen der häufigste Pilz überhaupt, der namentlich altes Brot sowie Früchte überzieht. Er läßt sich schon durch die Farbe der Rasen, noch sicherer aber mikroskopisch durch seine büschelig verzweigten Konidienträger (Abb. 26, D 1) mit Leichtigkeit von den Sporangien von Mucor sowie von den strahligen, unverzweigten, von einer blasigen Verdickung ausgehenden Konidienträgern von Aspergillus (Abb. 26, C 1) unterscheiden. Die nur unter gewissen Bedingungen gebildeten, 0,5—2 mm breiten gelben oder orangefarbenen Fruchtkörper entwickeln sich gewöhnlich sehr langsam und verharren oft lange im Ruhezustande. Sehr charakteristisch sind die eigenartig geformten Sporen (Abb. 26, D 4), auch kann man in den jungen Fruchtkörpern zwei sich spiralig umschlingende Myzeläste feststellen.

Aspergillus herbariorum, der gemeine Kolbenschimmel (Abb. 26 C), entwickelt graugrüne bis olivengrüne, bis 1 mm hohe Konidienrasen, die gleichfalls feuchte Vegetabilien und Früchte sehr bald bedecken. Die schwefelgelben Fruchtkörper sind kleiner als die von Penicillium, ihre Sporen sind linsenförmig: auch hier hat man die Entwickelung der askogenen Hyphen auf zwei sich umschlingende Äste (Abb. 26, C 2, 3) zurückgeführt. Eine Reihe von Arten dieser Gattung, wie A. malignus, nidulans, flavus, niger, fumigatus und andere, sind, wie übrigens auch Penicillium minimum, pathogen; besonders gern siedeln sie sich im Gehörgang an und rufen dort eine Ohrpilzkrankheit, die sogenannte Otomycosis, hervor, aber auch am Rachendach, auf der Hornhaut und selbst in der Lunge treten sie gelegentlich auf. Durch Injektion der Konidien lassen sich bei Kaninchen sogar tödliche Pilzkrankheiten (Mykosen) künstlich erzeugen, wobei selbst an inneren Organen, besonders in den Nieren, Myzelentwickelung stattfindet. A. oryzae wird in Japan bei der Herstellung von Reisbier (Sake) verwendet, um die Stärke durch die vom Pilz gebildete Diastase in gärförmigen Zucker überzuführen, A. Wentii dient gleichfalls in Ostasien zur Umwandlung von Stärke in Zucker und wird bei der Herstellung von Sojasauce (Schoju) und Bohnenkäse (Tao-ti-jung) aus der Sojabohne benutzt. Dieser Pilz führt auch die Zellulose der Bohne in Zucker, gleichzeitig ihre Proteinstoffe in Pepton über. Penicillium brevicaule wächst gern im Kleister hinter den Tapeten und ist durch Bildung von Arsenwasserstoff die Ursache der Arsenvergiftungen bei Arsengehalt der Tapeten. Eine andere Gattung, Citromyces, vermag aus zuckerhaltigen Substanzen Zitronensäure herzustellen; Versuche, dies technisch zu benutzen, sind aber bisher an der enormen Ausdehnung der hierzu erforderlichen Oberflächen gescheitert.

Ein gefährlicher Parasit ist Thielavia basicola, die an den Wurzeln von Lupinen, Erbsen, Trigonella coerulea und anderen Leguminosen eine Wurzelbräune genannte, tödliche Krankheit hervorruft. Neben den kugeligen, schwarzen, sitzenden Fruchtkörpern mit einzelligen, gurkenkernförmigen Askosporen kennt man noch zwei Nebenfruchtformen, nämlich Torula-artige Konidien, und in Myzelästen reihenweise endogen gebildete, an ihrem Scheitel langsam austretende zartwandige Sporen.

Die Familie der **Onygenaceae** oder **Klauen-Pilze** zeichnet sich durch gewöhnlich gestielte Fruchtkörper aus (Abb. 26, K 1, 2), deren dünne Außenschicht (Peridie) bei der Reife lappig oder ringförmig aufspringt. Die aus Gliederzellen von Hyphen entstehenden Schläuche besitzen acht einzellige Sporen (Abb. 26, K 3), außerdem sind Chlamydosporen vorhanden. Die wenigen aus Mitteleuropa und Nordamerika bekannten Arten der einzigen

Gattung Onygena oder Hufstäubling bewohnen hornartige Substanzen, Hufe, Klauen, Hörner und Federn.

Die Familie der **Trichocomaceae** oder **Sporensäulen-Pilze** besteht nur aus zwei exotischen Arten der Gattung Trichocoma, die sich dadurch auszeichnen, daß aus der becherförmig sich öffnenden Außenschicht des kleinen sitzenden Fruchtkörpers die Sporenmasse als säulenartiger Körper bei der Reife heraustritt.

Die Familie der **Elaphomycetaceae** oder **Hirschtrüffel-Pilze** umfaßt nur die eine Gattung Elaphomyces oder Hirschtrüffel, die in 23 Arten in Europa und Nordamerika verbreitet ist. Ihre Angehörigen sind in der Erde lebende, wahrscheinlich mit den Mykorhizen von Waldbäumen, namentlich von Eichen, Buchen und Kastanien sowie von Koniferen in Zusammenhang stehende Pilze mit erbsen- bis walnußgroßen, knolligen, unterirdisch sich entwickelnden Fruchtkörpern. Diese besitzen eine meist dicke, weiche oder harte und brüchige, glatte oder mit Höckern bzw. Stacheln bedeckte, scharf abgegrenzte, aus zwei Schichten zusammengesetzte Außenschicht (Peridie; Abb. 26, F 1), während das Innere regellos angeordnete, kugelige bis birnförmige, meist achtsporige Schläuche enthält (Abb. 26, F 2). Diese stehen in Gruppen, die durch sterile, gewöhnlich radial angeordnete Adern voneinander getrennt sind. Die reifen saftlosen Fruchtkörper öffnen sich nicht selbst, sondern zerfallen schließlich zu einer dunklen staubigen, mit helleren Hyphenresten (Kapillitium) gemischten Sporenmasse. Sie haben einen aromatischen, aber unangenehmen Geruch und sind für den Menschen ungenießbar, werden aber von Hirschen und Schweinen gefressen.

In Deutschland kommen sowohl Arten mit weicher als auch mit harter Rinde vor, unter letzteren einige mit glatter, andere mit höckeriger Oberfläche. Am häufigsten sind die warzigen Arten E. cervinus, die gemeine Hirschtrüffel (Abb. 26, F), und E. variegatus, die gescheckte Hirschtrüffel, letztere durch ihre von einem luftführenden Adernetz durchsetzte und dadurch scheckige Innenschicht der Peridie leicht unterscheidbar. Häufig verrät sich beider Gegenwart durch die über die Erdoberfläche heraustretenden Stromata der auf ihnen parasitierenden Pilze der Gattung Cordyceps. E. cervinus war früher unter dem Namen Hirschbrunst, Boletus cervinus, offizinell und findet noch jetzt als Hausmittel bei Tieren sowie gelegentlich als Aphrodisiakum Verwendung.

Die Familie der **Terfeziaceae** oder **Adertrüffel-Pilze** besitzt, wie die der Hirschtrüffel-Pilze, unterirdisches Myzel und große knollige Fruchtkörper, jedoch ist bei diesen die Peridie von dem Inneren der Knolle nicht scharf abgesetzt, sondern bildet die Fortsetzung des inneren Geflechtes der Knolle, auch zerfallen die Fruchtkörper hier nicht zu einer Masse von Sporenpulver. Die Fruchtkörper sind bei den meisten Gattungen von sterilen Adern durchzogen, und zwar sind die Schläuche enthaltenden Gewebspartien entweder rundlich oder polyedrisch mit unregelmäßig angeordneten Schläuchen, so z. B. bei Terfezia (Abb. 26, G), oder sie haben die Form mäandrischer bzw. kreisförmiger Bänder mit palisadenförmig stehenden Schläuchen, so z. B. bei Choiromyces (Abb. 26, H).

Die meisten der neun Gattungen sind auf das Mittelmeergebiet einschließlich Frankreichs beschränkt, darunter die 16 Arten von Terfezia, der Adertrüffel, die hauptsächlich unter Zistrosengewächsen, Helianthemum und Cistus-Arten, gefunden werden und in Nordafrika und Syrien oft massenhaft auf den Markt kommen. Besonders bekannt ist die durch das ganze Mittelmeergebiet verbreitete T. leonis (Abb. 26, G), die Löwen-Adertrüffel, eine weißlichgelbe, nuß- bis orangengroße, schon im Altertum nach Rom aus Cyrene importierte und hochgeschätzte Trüffel. In Deutschland kennt man die drei Arten der kleinknolligen, nicht von sterilen Partien durchzogenen Gattung Hydnobolites sowie Choiromyces maeandriformis (Abb. 26, H), die auch als weiße Trüffel bekannte Schweinetrüffel, einen hell gelbbraunen, kartoffelähnlichen, bis faustgroßen, innen weißen bis bräunlichen, zähfleischigen Pilz von schwach trüffelartigem Geruch. Er wächst unter Eichen, Buchen und Kastanien, aber auch auf baumlosen Äckern und Hügeln und wird sowohl in der Lombardei als auch in Deutschland, besonders in Oberschlesien,

sowie in Böhmen und Rußland gern gegessen und häufig auf den Markt gebracht. Die eigenartige Zeichnung des Inneren der Knolle macht diese zuweilen mit dem gleichfalls als weiße Trüffel bezeichneten Tuber magnatum (vgl. S. 121) verwechselte Art leicht kenntlich.

Die Familie der **Myriangiaceae** oder **Rosettenlager-Pilze** ist sehr eigenartig. Sie besteht aus neun artenarmen, aber über sämtliche Kontinente zerstreuten Gattungen kleiner, Blätter und Rinde bewohnender Pilze. Diese haben oberflächlich auftretende wachsartige, häutige oder harte, meist halbkugelige Stromata, in denen zahlreiche, häufig rosettenförmige Haufen bildende, nur je einen Schlauch enthaltende Fruchtkörper eingesenkt sind; die Schläuche werden durch Verquellung frei und entlassen so die meist mehrzelligen Sporen (Abb. 26, J 2). Die artenreichste Gattung ist das auch in Europa sich findende Myriangium (Abb. 26, J 1).

Ordnung 10:
Perisporiineae oder Gehäuse-Schlauchpilze.

Die Gehäuse-Schlauchpilze sind Pilze mit gegliedertem, meist oberflächlich auf dem Substrat hinkriechendem Myzel und kleinen, stets oberflächlichen, gewöhnlich kugeligen oder eiförmigen Fruchtkörpern, die von einer dünnen, häutigen, in der Regel mündungslosen, aber an der Spitze schließlich unregelmäßig aufbrechenden Peridie umhüllt und häufig von verschiedengestalteten Anhängseln umgeben sind. Die in der Regel kugeligen oder eiförmigen Schläuche entstehen im Gegensatz zu den Plectascineae am Grunde des Fruchtkörpers; zuweilen finden sie sich nur in geringer Zahl oder einzeln in den Fruchtkörpern; auch Paraphysen treten gelegentlich auf. Als Nebenfruchtformen kommen zuweilen Konidien vor, entweder in Gestalt einfacher Konidienträger, die sich auch zu Koremien genannten Lagern vereinigen können (Abb. 27, F 3), oder aber in besondere Behälter, sogenannte Pykniden, eingeschlossen (Abb. 27, F 1). Die in drei Familien eingeordneten etwa 600 Arten sind größtenteils Saprophyten ohne unmittelbare wirtschaftliche Bedeutung, doch können manche der parasitischen Erysibazeen großen Schaden anrichten.

Die Familie der **Erysibaceae** oder **Meltau-Pilze** zeichnet sich durch weißes Luftmyzel und kugelige, gewöhnlich dunkle Fruchtkörper mit mündungslosen oder schließlich unregelmäßig am Scheitel zerfallenden Peridien aus. Fruchtanhänge finden sich häufig (Abb. 27, A 1, C 1, D 1), die Sporen sind meist einzellig und hyalin (Abb. 27, C 2). Als Konidienformen treten fast stets oidiumartige Gebilde auf, kettenförmige Abgliederungen einfacher, auf dem Myzel stehender Träger (Abb. 27, B 1, D 2). Es sind auf Blättern und jungen Trieben parasitisch lebende und Saugorgane, Haustorien, in die Epidermiszelle der Wirtspflanzen entsendende Pilze, die mit ihrem weißen schimmelartigen, durch den Fruchtkörper dunkelpunktierten Myzel die von ihnen befallenen Pflanzenteile überziehen und durch die weißen Konidien mehlartig aussehen.

Von den neun zum Teil ziemlich artenreichen Gattungen enthalten zwei nur einen einzigen Schlauch in jedem Fruchtkörper, darunter Sphaerotheca, der Einschlauch-Meltau, mit fadigen Anhängseln der Fruchtkörper (Abb. 27, A 1). Zu dieser Gattung gehören zwei sehr schädliche Arten, S. humuli, der Hopfen-Meltau, der besonders auf Hopfen großen Schaden anrichtet, und S. pannosa, der Meltau der Rosen. An ersterem hat man die Verschmelzung von zwei Hyphenästen nebst Vereinigung des Zellinhaltes vor Bildung des askogenen Gewebes, also eine wirkliche Befruchtung, feststellen können (Abb. 27, A 3—7).

Die etwa 20 Arten umfassende Gattung Erysibe, der echte Meltau, zeichnet sich durch myzelartige kriechende und wenig verzweigte Anhängsel der Fruchtkörper aus (Abb. 27, B 1), E. communis findet sich fast kosmopolitisch an den verschiedensten Pflanzen, während E. pisi besonders Leguminosen befällt und auf Futterkräutern viel Schaden anrichtet. E. graminis ist in seiner Konidienform (Oidium monilioides) dem Getreide häufig sehr schädlich.

Durch korallenartig verzweigte Anhängsel der Fruchtkörper fällt die etwa 30 Arten umfassende Gattung Microsphaera oder Korallen-Meltau (Abb. 27, C) auf, von der M. berberidis auf der Berberitze,



Abb. 27: Gehäuse-Schlauchpilze (Perisporiineae) und Weich-Kern-Schlauchpilze (Hypocreaceales).

A Sphaerotheca humuli: 1 Fruchtkörper; 2 Schlauch; 3–7 Fruchtkörper-Entwickelung.
B Erysibe communis: 1 Fruchtkörper, Myzel mit Oidien-Konidien; 2 junger Fruchtkörper mit Askogon.
C Microsphaera berberidis: 1 Fruchtkörper; 2 Schlauch.
D Uncinula aceris: 1 Fruchtkörper; 2 Oidium Tuckeri, die Konidienform von Uncinula spiralis.
E Phyllactinia suffulta: 1 Fruchtkörper; 2 Schlauch.
F Aplosporium salicinum: 1 Fruchtkörper und Pyknide; 2 Schlauch; 3 Koremium.
G Hypomyces ochraceus: 1 Habitus; 2 Fruchtkörper, vergrößert; 3 Konidienträger; 4 Chlamydosporen; 5 Schlauch.
H Hypocrea rufa: 1 Habitus; 2 Stroma im Durchschnitt, vergrößert; 3 Konidienform; 4 Schlauch.
J Epichloë typhina: 1 Habitus; 2 Stroma im Durchschnitt, vergr.; 3 Schlauch; 4 Spore.
K Nectria cinnabarina: 1 Habitus; 2 Habitus, vergrößert; 3 Konidienform; 4 Schlauch.
L Melanospora parasitica: 1 Habitus; 2, 3 Entwickelung des Askogons.
M Cordyceps myrmecophila.
N C. Engleriana auf einer Spinne.
O C. Uleana auf einer Heuschrecke.
P C. musci auf einer Fliege.
Q C. militaris auf einer Puppe.
R C. ophioglossoides: 1 Stromata auf einer Hirschtrüffel; 2 Konidienform.
S Balansia claviceps auf einer Grasähre.
T B. orthoclada auf Grasähren.
U Claviceps purpurea: 1 Mutterkorn auf Roggen; 2 Mutterkorn mit Stromata; 3 Stroma im Durchschnitt, vergrößert; 4 Perithezium; 5 Schlauch.

M. grossulariae auf der Stachelbeere verbreitet ist. Bei der 20 Arten enthaltenden Gattung Uncinula, dem Haken-Meltau (Abb. 27, D 1), endigen die Äste der Anhängsel hakenförmig. Man findet Arten

auf der Weide und Pappel, dem Ahorn, der Ulme, am wichtigsten ist aber U. spiralis, da hierzu als Konidienform das dem Weinstock so gefährliche Oidium Tuckeri, der Meltau der Rebe (Abb. 27, D 2), gehört. Die durch stachelförmige, an der Basis verbreiterte Anhängsel ausgezeichnete artenarme Gattung Phyllactinia oder Stachel-Meltau (Abb. 27, E) befällt mit ihrer Hauptart P. suffulta bei uns zahlreiche Laubbäume.

Als bestes Bekämpfungsmittel aller Arten von Meltau hat sich gepulverter Schwefel erwiesen, der auf die befallenen Blätter gestäubt wird, eine Methode, die sich in den weinbauenden Ländern allgemein verbreitet hat.

Die Familie der **Perisporiaceae** oder **Rußtau-Pilze** hat gleichfalls kleine, mündungslose, gewöhnlich häutige, brüchige Fruchtkörper, aber meist ohne Anhängsel; die Schläuche stehen büschelförmig und enthalten sehr verschiedengestaltete Sporen; als Nebenfruchtformen treten Konidien in verschiedener Form auf, als Koremien, Pykniden usw., aber nicht als Oidien. Das Luftmyzel ist, wenn es vorhanden, schwarz gefärbt und fädig oder zuweilen als festes Geflecht (Stroma) ausgebildet. Die zahlreichen Arten sind Saprophyten, die auf faulenden Pflanzenteilen oder auf der Oberfläche der Blätter bzw. jungen Triebe leben.

Von den etwa 27 Gattungen ist die artenreichste die in ungefähr 130 Arten besonders in den Tropen verbreitete und auf den Blättern dunkelbraune Überzüge bildende Gattung Meliola oder Kranz-Rußtau (Abb. 26, E), die sich durch die kranzförmig den Fruchtkörper umgebenden Hüllfäden auszeichnet. Die meisten Gattungen sind aber nur in einzelnen Arten bekannt.

Apiosporium (früher als Fumago oder Capnodium bezeichnet), der eigentliche Rußtau, verursacht den bekannten schwarzen Überzug über die Blätter vieler unserer Bäume; das schwarze Myzel nährt sich von den süßen Ausscheidungen der Blattläuse, dem sogenannten Honigtau, und erst nach Abtötung der Blätter durch Entziehung von Luft und Licht greift der Pilz auch die Wirtspflanze selbst an. Am häufigsten ist A. tiliae auf der Linde und A. salicinum besonders auf Weiden und Pappeln. Bemerkenswert ist die Mannigfaltigkeit der Konidienformen dieses Pilzes, während die Schlauchfrüchte selten sind: hier finden sich Pykniden (Abb. 27, F 1), koremiumartige Konidienträgerbündel (Abb. 27, F 3), Gemmenbildung des Myzels (vgl. S. 94) und durch Teilung der Gemmen entstandene Sporenpakete.

Die Familie der **Microthyriaceae** oder **Schildfrucht-Pilze** ist charakterisiert durch flache, sehr kleine Fruchtkörper mit schildförmiger, oft strahlig gezeichneter Peridie, die am Scheitel meist eine kreisförmige Öffnung hat. Es sind über 20, zum Teil sehr artenreiche Gattungen, die in der Hauptsache in den Tropen auf lebenden Blättern wachsen. In Deutschland finden sich nur wenige Arten, so z. B. Microthyrium microscopicum.

Ordnung 11:

Pyrenomycetineae oder Kern-Schlauchpilze.

Die Ordnung der Pyrenomyzetineen steht der vorigen überaus nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch eine deutliche Mündung an dem Scheitel der gewöhnlich harten und gut ausgebildeten Außenschicht (Gehäuse, Peridie) der kugeligen oder ellipsoidischen Fruchtkörper. Häufig sind die Fruchtkörper einem harten, aus dichtem Hyphengeflecht bestehenden Lager (Stroma) eingebettet und besitzen gewöhnlich keine besonders hervortretenden Peridien; es gibt krustige, polsterförmige, halbkugelige, säulenförmige, zylindrische, keulenförmige, köpfchenförmige und geweihartige Stromabildungen. Auch Dauermyzele (Sklerotien) kommen zuweilen vor, vor allem aber treten Konidienformen aller Art auf, freie sowohl als in Behälter (Pykniden, Spermogonien) im Stroma eingesenkte Kammern, außerdem Chlamydosporen (Abb. 27, G 4).

Eine ganz außerordentlich große Anzahl von Arten gehört zu dieser Ordnung, man schätzt sie auf 10000; die meisten sind kleine, entweder saprophytisch oder parasitisch lebende Pilze, jedoch gibt es auch stattliche Formen, namentlich unter den Hypocreaceae und

Xylariaceae. Wohl der größte Teil der als Fungi imperfecti beschriebenen Konidienformen dürfte gleichfalls zu den Kernschlauchpilzen gehören, wenn auch der Nachweis sehr schwierig sein wird, da häufig die Konidienformen auf anderen Nährsubstanzen leben als die Schlauchfrüchte. Außer einigen weitverbreiteten Arten sind die meisten Pyrenomyzeten schon wegen ihrer Abhängigkeit von bestimmten Substraten in ihrer Verbreitung begrenzt.

Die Ordnung zerfällt in drei Unterordnungen, die Hypocreaceales, die Dothideaceales und die Sphaeriaceales. Die erste Unterordnung zeichnet sich durch weiche, nie schwarze Gehäuse (Peridien) aus, die zweite hat in ein Lager eingesenkte Fruchtkörper ohne deutliche Peridien, die dritte umfaßt die Familien mit deutlich ausgebildeten lederigen, holzigen oder kohligen Peridien und Fruchtkörpern, die sich von dem oft vorhandenen Stroma scharf absetzen, auch wenn sie in ihm eingesenkt sind.

Unterordnung 1:
Hypocreaceales oder Weich-Kern-Schlauchpilze.

Die Familie der **Hypocreaceae** oder **Weich-Kern-Schlauchpilze**, die einzige Familie der Unterordnung der Hypocreaceales, umfaßt sehr verschiedenartige Pilze, deren rund 70 Gattungen in sechs Unterfamilien zerfallen. Die Unterfamilie der **Hyponectrieae**, die im Substrat eingesenkte, erst später hervorbrechende Fruchtkörper hat, enthält sechs unwichtige, artenarme Gattungen. Die Unterfamilie der **Hypomyceteae** zeichnet sich durch fädiges Myzel aus, auf dem die Fruchtkörper sitzen.

Von den sechs Gattungen ist vor allem die artenreiche Hypomyces (Abb. 27, G) erwähnenswert, die meist auf Pilzen parasitiert und durch die gelbe, rote oder violette Färbung der Fruchtkörper, des Lagers oder der großen Chlamydosporen (Abb. 27, G 4) sehr auffällig ist. Die roten, als Mycogone rosea beschriebenen Chlamydosporen von H. Linkii sind zuweilen den Pilzkulturen gefährlich und verursachen eine in Frankreich unter dem Namen Molle bekannte Champignonkrankheit. Während diese Gattung gewöhnlich verzweigte Konidienträger hat (Abb. 27, G 3), zeichnet sich eine andere pilzbewohnende Gattung, Pyxidiophora, durch schlauchförmige Enden der Konidienträger aus, in denen die Konidien wie in einer Büchse reihenweise gebildet werden, um schließlich durch deren Mündung herauszutreten.

Bei den übrigen vier Unterfamilien ist das Lager (Stroma), soweit ein solches überhaupt vorhanden ist, fleischig. Die Unterfamilie der **Melanosporeae** hat, wie der Name sagt, dunkelgefärbte Sporen; die Fruchtkörper stehen frei, gewöhnlich einzeln, auf dem Substrat.

Von den sechs Gattungen dieser Unterfamilie ist allein die auch in Deutschland vorkommende Melanospora artenreich und von Bedeutung. Während die meisten Arten auf faulenden Blättern, Nadeln, Stengeln, Rinden sowie auf Mist wachsen, greift M. parasitica, der parasitische Schwarzspor-Kern-Schlauchpilz, Insekten an (Abb. 27, L 1) und hat eine gewisse, wenn auch noch nicht ganz geklärte Beziehung zu der Konidienform Botrytis Bassiana, einem für die Seidenraupenzucht gefährlichen Parasit auf Schmetterlingspuppen. Auch hat man hier die Entwickelung des Askogons aus zwei schraubigen Hyphen festgestellt (Abb. 27, L 2, 3). Auf Sardinien wird M. damnosa den Weizenhalmen gefährlich.

Die Unterfamilie der **Nectrieae** hat hyaline oder hellgefärbte Sporen mit freistehenden Fruchtkörpern.

Von den etwa 20 Gattungen kommen ziemlich viele in Deutschland vor: die kleinen, meist rundlichen Fruchtkörper fallen häufig durch ihre lebhafte, besonders rote Färbung auf, doch gibt es auch blaue, violette, weiße, gelbliche und schwärzliche Fruchtkörper. Man findet sie besonders an abgestorbenen Stengeln und Rinden sowie an Blättern, aber auch an anderen Pilzen, Flechten, Moosen. Am bekanntesten ist die durch zweizellige Sporen ausgezeichnete Gattung Nectria. Sie ist bei weitem die artenreichste: es sind schon gegen 250 Spezies dieser Gattung beschrieben worden. Besonders bekannt ist N. cinnabarina, die zinnoberrote Nektrie (Abb. 27, K), einer der auffallendsten kleineren Rindenpilze, da er durch die zinnoberrote Farbe seiner von Fruchtkörpern bedeckten, aus der Rinde dürrer Äste hervorbrechenden Kolonien die Aufmerksamkeit auf sich lenkt. Während man diesen Pilz früher für harmlos hielt, weiß man

jetzt, daß er durch Wunden in das lebende Gewebe einzudringen und es abzutöten vermag. Auch die von den Fruchtkörpern entwickelte Konidienform (Abb. 27, K 3), früher unter dem Namen Tubercularia vulgaris bekannt, hat eine rötliche Färbung. Eine andere, gleichfalls gefährliche Art ist N. ditissima mit scharlachroten Fruchtkörpern auf goldgelben Stromata; sie ruft namentlich auf Obstbäumen und Buchen, aber auch auf anderen Bäumen, wie Eschen und Platanen, eine häufig sehr schädliche Krebskrankheit hervor. N. moschata, die Moschus-Nektrie, ist fast nur in ihrer Konidienform bekannt, die, als Fusarium aquaeductum bezeichnet, sich oft in Schleimflüssen an Bäumen findet und intensiv nach Moschus duftet. In Abwässern vermag dieser Pilz sich so stark zu entwickeln, daß er sogar Mühlenräder verstopft und gelegentlich durch seinen intensiven Moschusgeruch die Arbeiter verhindert hat, jene zu reinigen.

Die Unterfamilie der **Hypocreae** hat ein fleischiges Stroma, in das die von einem deutlichen Gehäuse umgebenen Fruchtkörper eingesenkt sind (Abb. 27, H 2); die Sporen sind rundlich (Abb. 27, H 4) oder wenigstens kurz, nicht fadenförmig. Es sind zwölf meist artenarme Gattungen, deren Lager zuweilen mehrere Zentimeter groß wird.

Die über 100 Arten enthaltende Hauptgattung Hypocrea hat in zwei rundliche Zellen zerfallende Sporen und polsterförmige Stromata, die z. B. bei H. rufa, dem rotgelben Fleisch-Kern-Schlauchpilz (Abb. 27, H 1), einem auf Holz und Rinde weitverbreiteten, auch in Deutschland gewöhnlichen Pilz fleischfarben, später rotbraun gefärbt sind und zuweilen zerfließen. Die zu Hypocrea gehörige Konidienform (Abb. 27, H 3) tritt häufig als weißer, später olivenfarbener Schimmelrasen auf und wurde früher als Trichoderma viride beschrieben. Die Gattung Podocrea hat aufrechte keulige oder zackig geteilte, wie Keulenschwämme (Klavarien) aussehende Stromata; jedoch nimmt man an, daß es sich hierbei um Parasiten auf Klavarien handelt. Als Blattparasit tritt dagegen Polystigma rubrum, der rote Vielpunkt-Kern-Schlauchpilz, an Pflaumen- und Zwetschenbäumen sowie an Schlehen auf, auf deren Blättern er feuerrote Flecke bildet; das Stroma bedeckt als flache Scheiben die Unterseite der Blätter und entwickelt zuerst die äußerlich als feine dunkle Punkte sichtbaren Pykniden mit fadigen, hakenförmig gekrümmten Sporen, sodann die Schlauchfrüchte mit einzelligen ellipsoidischen Sporen. Da die Blätter zum Abfallen gebracht werden, fügt dieser Pilz der Obstkultur oft bedeutenden Schaden zu.

Die Unterfamilie der **Clavicipiteae** hat gleichfalls ausgebildete Lager (Stromata), in welche die fadenförmige Sporen (Abb. 27, J 3, 4, U 4) enthaltenden Schlauchfrüchte gewöhnlich eingesenkt sind (Abb. 27, J 2, U 3). Meist sind die Schlauchfrüchte nicht von einem scharf abgesetzten Gehäuse umgeben.

Unter den acht Gattungen sind manche durch Form und Größe ziemlich auffällig oder sonst von Interesse. Von den drei Gattungen mit dem Substrat flach anliegendem Stroma mag Epichloë, der Ärmel-Schlauchpilz, erwähnt werden, dessen wichtigste Art, E. typhina, der grasbewohnende Ärmel-Schlauchpilz (Abb. 27, J), mit seinem weißen, später hellbräunlichen Stroma die Grasstengel scheiden- oder ärmelartig umgibt; auf dem jungen Stroma entwickeln sich die Konidien, später in ihm die Schlauchfrüchte. Von den Gattungen mit aufrechtem Stroma sind Cordyceps, Balansia und Claviceps erwähnenswert; bei allen drei kann man am Stroma einen sterilen Stiel von einem fertilen Kopfteil unterscheiden, welch letzterer entweder kopfförmig (Abb. 27, M, N, O, S, T, U 2) oder (bei Cordyceps häufig) keulenförmig (Abb. 27, Q, R 1) ist. Cordyceps, der Keulen-Schlauchpilz, bewohnt mit zahlreichen Arten tote Insekten, wie Käfer, Ameisen (Abb. 27, M), Heuschrecken (Abb. 27, O), Fliegen (Abb. 27, P), oder deren Larven und Raupen bzw. Puppen (Abb. 27, Q) sowie Spinnen (Abb. 27, N). Man nimmt an, daß die lebenden Insekten von dem Pilz befallen und abgetötet werden; auf den Leichnamen entwickelt sich zuerst die morphologisch zu Isaria gehörende Konidienform, deren Konidien auf dicken, fleischigen, verzweigten Stielen gehäuft sitzen (Abb. 27, Q links), dann erst treten die Stromata mit den Schlauchfrüchten hervor. In Deutschland sind am häufigsten Cordyceps cinerea auf Käfern und deren Larven, ein Pilz mit schwärzlichen Stromastielen und grauen fertilen Köpfchen mit eingesenkten Schlauchfrüchten, sowie C. militaris (Abb. 27, Q) auf Schmetterlingspuppen und Käferlarven; letzterer hat ein keulenförmiges, scharlachrotes Stroma mit nicht eingesenkten, oberflächlich sitzenden Schlauchfrüchten. Zwei auch in Deutschland vorkommende Arten parasitieren auf unterirdischen Pilzen der Hirschtrüffel, Elaphomyces: C. ophioglossoides (Abb. 27, R 1) mit keuligen, gelben bis olivenbraunen Stromata sowie C. capitata mit kugeligen Stromata. Der in Ostasien auf Raupen wachsende C. sinensis mit keulenförmigem Stroma bildet daselbst getrocknet ein hochgeschätztes, kostbares, speziell für den Hof reserviertes Heilmittel.

Die beiden Gattungen Balansia und Claviceps sind einander sehr ähnlich und bewohnen beide die Ähren von Gräsern: erstere, eine nur in den Tropen heimische Gattung, verwandelt die ganzen Ährchen in ein hartes, sklerotiumartiges Gebilde, aus dem die gestielten Stromaköpfchen noch an der Ähre selbst sich entwickeln (Abb. 27, S, T). Bei Claviceps, dem Stielkopf-Schlauchpilz, entstehen dagegen aus den Fruchtknoten der einzelnen Grasblüten Sklerotien (Abb. 27, U 1), die abfallen und erst im nächsten Frühling die kleinen, kopfförmigen, auf fleischfarbenem Stiel sitzenden Stromata erzeugen (Abb. 27, U 2), in deren Außenschicht die Schlauchfrüchte eingebettet sind. Beide Gattungen haben einzellige Sporen; Claviceps ist offenbar eine Anpassung an die durch den Winter unterbrochene Vegetation kühlerer Gegenden.

Die bekannteste Art dieser Gattung ist C. purpurea, deren Mutterkorn (Hungerkorn, Hahnensporn) genannte Sklerotien unter dem Namen Secale cornutum noch heute offizinell sind. Der Fruchtknoten verlängert sich nicht, nachdem er von dem Pilz befallen ist, sondern wird von dem wachsenden Myzel als Haube emporgehoben. Das Myzel bildet im oberen Teil Furchen, die von einer hyaline Konidien abschnürenden Hymeniumschicht bedeckt sind; diese Konidienform wurde früher als Sphacelia segetum beschrieben. Gleichzeitig wird ein süßlicher Saft, eine Art Honigtau des Getreides, abgeschieden, der offenbar durch Anlockung von Insekten zur Verbreitung des Pilzes dient. Erst später verhärtet das Myzel zu einem dunklen Sklerotium, das durch die dichte Verflechtung der Hyphen den Eindruck eines Zellgewebes hervorruft. Der Pilz findet sich sehr häufig in Getreidefeldern, besonders in Gebirgsgegenden, im Roggen und Weizen; jetzt wird er aber durch die Reinigung des Saatgetreides immer mehr zurückgedrängt. Wenn das Mutterkorn in Menge von 4—5 Prozent vorkommt, erhält das Mehl eine bläuliche Färbung, schon ein Gehalt von 3—4 Prozent an Mutterkorn aber bewirkt bei längerem Genuß solchen Mehles die Kriebelkrankheit, die auf einer Vergiftung durch die im Mutterkorn enthaltenen Alkaloide, besonders durch das Ergotin, beruht. Früher hat diese Krankheit ganze Dörfer dezimiert. Die Krankheit beginnt mit Kriebeln in den Fingerspitzen und Zehen, das Jucken verbreitet sich dann über den Körper, während gleichzeitig andere Erscheinungen, wie Kopfschmerz, Ohrensausen, Mattigkeit, ja sogar Schwindel auftreten. Schließlich kommt es zu Entzündungsgeschwülsten und Brand, häufig auch zu Krämpfen. Wird die Krankheit überstanden, so bleiben doch oft langwierige Nervenleiden zurück. Mutterkorn läßt sich schon in geringer Menge durch seinen heringslakenartigen Geruch bei Erhitzen mit Kalilauge nachweisen, auch nimmt das nur 2 Prozent Mutterkorn enthaltende Mehl oder Gebäck durch Zusatz von Alkalien eine violette, durch Zusatz von Säuren eine rote Färbung an. Das Mutterkorn befördert, innerlich genommen, die peristaltischen Bewegungen der Gebärmutter und wirkt gleichzeitig als Narkotikum.

Unterordnung 2:

Dothideaceales oder Lager-Kern-Schlauchpilze.

Die Familie der **Dothideaceae** oder **Lager-Kern-Schlauchpilze**, die einzige Familie dieser Unterordnung, enthält nur kleine, fast stets auf Pflanzenteilen parasitierende Pilze, die ihre Fruchtkörper meist erst im toten Gewebe der Wirtspflanze hervorbringen. Das anfangs gewöhnlich eingesenkte, später nach Zerreißen der Epidermis heraustretende Lager (Stroma; Abb. 28, A 1) ist der Regel nach außen hart und schwarz, innen dagegen locker und hell. Die meist kugeligen Fruchtkörper sind gewöhnlich ganz eingesenkt (Abb. 28, B 2), ohne durch eine deutliche Wandschicht von dem Lager abgegrenzt zu sein. Dagegen ragt die Mündung zuweilen hervor.

Die rund 25 Gattungen sind mit etwa 400 Arten meist in den Tropen verbreitet und erscheinen gewöhnlich als kleine, längliche oder rundliche dunkle Pusteln auf Blättern und Zweigen. Die Hälfte der Arten gehört zu der blattbewohnenden Gattung Phyllachora oder Schorf-Lagerpilz, von der vor allem P. graminis (Abb. 28, B) auf der ganzen Erde auf Süß- und Sauergräsern häufig ist; auch auf anderen Pilzen und Farnen finden sich einige Arten. Die etwa 25 Arten umfassende Gattung Dothidea oder Pustel-Lagerpilz hat mehrere Vertreter in Deutschland, D. sambuci besonders auf Holunderzweigen, D. puccinioides (Abb. 28, A) auf Buchsbaum. Hier kennt man auch die Konidienträger (Abb. 28, A 2); die Konidien sprossen zuweilen weiter aus und bilden sich schließlich zu Gemmen (vgl. S. 94) um. Diachora onobrychidis verursacht die Schorfkrankheit der Esparsette, Plowrightia morbosa eine gefährliche, black knot genannte Krankheit der Prunus-Arten in Amerika, bei der sich die Zweige krümmen und stark verdicken.

Unterordnung 3:
Sphaeriaceales oder Hart-Kern-Schlauchpilze.

Die Unterordnung der Sphäriazealen, die sich durch die von einem deutlichen, meist harten Gehäuse (Peridie) umgebenen Fruchtkörper auszeichnet, zerfällt in 18 Familien. Sie übertrifft sowohl an Arten- als auch an Individuenzahl sämtliche anderen Pilze: mehr als 6000 Arten sind schon bekannt, obgleich die Tropen noch wenig auf diese in der Regel unscheinbaren Pilze hin durchforscht worden sind. Es sind meist sehr kleine, saprophytisch auf abgestorbenen Pflanzenteilen oder Mist lebende Pilze, doch gibt es auch manche parasitische und sogar den Kulturpflanzen schädliche Arten. Bei vielen Familien findet sich ein Lager (Stroma), bei manchen sind die Fruchtkörper diesem Lager eingesenkt. Gewöhnlich ist das Lager flach, bei einigen Formen — und zwar gehören hierzu die größten Pilze dieser Gruppe — erhebt es sich dagegen zu kugeligen (Hypoxylon) oder keuligen, häufig verästelten (Xylaria) Gebilden.

Die Fruchtkörper sind gewöhnlich kugelige Behälter mit einer Öffnung am Scheitel und selten dünnhäutigem, vielmehr meist lederigem oder kohligem Gehäuse. Die häufig von Paraphysen begleiteten Schläuche entstehen meist einzeln aus einem askogenen Gewebe. Die Sporen sind sehr verschieden geformt und gefärbt, oft mehrzellig, zuweilen mit Schleimhülle oder Membrananhängen (Abb. 28, G 4) versehen. Als Nebenfruchtformen finden sich Konidien der verschiedensten Art an Trägern, auf Lagern oder in Behältern (Pykniden, Spermogonien, mit Makro- und Mikrosporen).

Dünnwandige Fruchtkörper ohne Stroma besitzen nur zwei, meist auf Mist lebende Familien. Die **Chaetomiaceae** oder **Freifrüchtigen Kern-Schlauchpilze,** nur zwei kleine Gattungen, zeichnen sich durch ihre freistehenden, namentlich am Scheitel behaarten Fruchtkörper aus (Abb. 28, C 1 und 2). Die Familie der **Sordariaceae** oder **Verborgenfrüchtigen Kern-Schlauchpilze** umfaßt etwa sieben Gattungen, deren meist in ein Hyphengeflecht eingesenkte Fruchtkörper einen Haarschopf (Abb. 28, G 1 und 2) tragen.

Die sehr große, etwa 25 Gattungen enthaltende Familie der **Sphaeriaceae** oder **Kugel-Kern-Schlauchpilze** hat lederige oder kohlige Gehäuse ohne deutliches Stroma.

Die meisten hierher gehörenden Pilze leben saprophytisch auf Holz und Rinde. Große Gattungen sind Trichosphaeria (Abb. 28, D), Lasiosphaeria, Chaetosphaeria, Herpotrichia, Bertia, Melanopsamma, Zignoella, Melanomma mit 120 und Rosellinia mit 170 Arten. Parasitisch sind Coleroa und Lizonia, übrigens auch einige Arten der genannten Gattungen, z. B. Trichosphaeria parasitica auf Tannen- und Fichtennadeln sowie Rosellinia quercina, welche die Wurzeln junger Eichen vernichtet.

Die neun meist saprophytische Gattungen umfassende Familie der **Ceratostomataceae** oder **Hornmund-Kern-Schlauchpilze** unterscheidet sich von den Sphaeriaceae durch die langausgezogene, oft horn- oder haarförmige Mündung des Fruchtkörpers. Ceratostoma und Ceratostomella sind artenreiche, größtenteils auf abgestorbener Rinde und Holz lebende Gattungen, Ceratosphaeria aeruginosa färbt faulendes Holz gelb oder blaugrün.

Die Familien der **Cucurbitariaceae** oder **Großlager-Kern-Schlauchpilze** sowie der **Coryneliaceae** oder **Kleinlager-Kern-Schlauchpilze** zeichnen sich aus durch das Vorhandensein eines deutlichen Lagers, das bei ersteren ausgedehnt, bei letzteren klein und scharf begrenzt ist. Die Fruchtkörper sind bei der letzteren Familie flaschenförmig, an der Spitze trichterförmig und bilden Reihen oder regelmäßige Haufen. Diese Familie umfaßt nur drei kleine, auf Blättern parasitierende Gattungen des südlichen Kontinents, während die erstere acht teilweise auch in Deutschland vertretene, im wesentlichen saprophytische Gattungen, darunter Cucurbitaria mit 70 Arten, enthält.

Die Familien der **Amphisphaeriaceae** oder **Rundmund-Kern-Schlauchpilze** sowie der **Lophiostomataceae** oder **Schmalmund-Kern-Schlauchpilze** haben nur im oberen Teil freie, unten im Substrat eingesenkte Fruchtkörper mit bei der ersteren Familie runder, bei der letzteren seitlich zusammengedrückter Mündung.



Abb. 28: Lager-Kern-Schlauchpilze (Dothideaceales) und Hart-Kern-Schlauchpilze (Sphaeriaceales).

A Dothidea puccinioides: 1 Pilzlager auf Buchsbaumzweigen; 2 Konidienträger; 3 Schlauch.
B Phyllachora graminis: 1 Pilzlager auf einem Grasblatt; 2 ein Lager, vergrößert, im Querschnitt; 3 Schlauch.
C Chaetomium globosum: 1 Fruchtkörper, vergrößert; 2 reifer Fruchtkörper im Längsschnitt, stark vergrößert; 3 Schlauch; 4 Konidienträger.
D Trichosphaeria pilosa: 1 Lager mit Fruchtkörpern auf einem Zweig, natürl. Größe; 2 einige Fruchtkörper, vergrößert; 3 Konidienträger; 4 Schlauch.
E Pleospora herbarum: 1 Fruchtkörper auf einem Zweig, natürl. Größe; 2 Konidienträger; 3 Schlauch.
F Pleospora vulgaris: Schlauch.
G Sordaria fimiseda: 1 Fruchtkörper, wenig vergrößert; 2 reifer Fruchtkörper im Längsschnitt, stark vergrößert; 3 Schlauch; 4 Spore.
H Xylaria polymorpha: Gestieltes Lager in natürlicher Größe, teilweise durchschnitten, um die eingesenkten Fruchtkörper zu zeigen.
J Xylaria hypoxylon: 1 Gestielte Lager, natürl. Größe; 2 Konidienträger; 3 Schlauch; 4 Konidie.
K Ustulina maxima: 1 Lager mit den punktförmigen Mündungen der Fruchtkörper; 2 Stück des Lagers mit den eingesenkten Fruchtkörpern, vergrößert; 3 Stück des Konidienträgerlagers; 4 Schlauch.
L Poronia punctata: 1 Verzweigtes Lager, natürliche Größe; 2 Endzweig des Lagers im Längsschnitt, vergrößert; 3 Konidienträger; 4 Schlauch.
M Valsa eutypa: 1 Fruchtkörper an einem entrindeten Zweig, vergrößert; 2 Fruchtkörper im Längsschnitt, stark vergrößert; 3 Pyknide im Längsschnitt, stark vergrößert; 4 Schläuche und Sporen.
N Diatrype stigma: 1 Lager, einen Ast überziehend, im Längsschnitt, vergrößert; 2 Konidienträger; 3 Schlauch.

Die neun bzw. acht Gattungen der beiden Familien sind meist Saprophyten an abgestorbenen Zweigen; beide Familien enthalten auch artenreiche Gattungen und haben Vertreter in Deutschland, erstere z. B. Amphisphaeria, Trematosphaeria, Strickeria (diese mit etwa 100 Arten), letztere Lophiostoma (mit etwa 90 Arten) und Platystomum.

Ganz in die Nährsubstanz eingesenkte Fruchtkörper ohne Lager haben fünf Familien. Häutig-lederiges Gehäuse haben die **Mycosphaerellaceae** oder **Büschel-Kern-Schlauchpilze** und die **Pleosporaceae** oder **Paraphysen-Kern-Schlauchpilze**, erstere mit büschelig angeordneten Schläuchen ohne Paraphysen, letztere mit Paraphysen und nicht büscheligen Schläuchen.

Die Mycosphaerellaceae umfassen 15, die Pleosporaceae 24 Gattungen, beide enthalten neben saprophytischen, auf abgestorbenen Zweigen und Blättern lebenden Gattungen auch solche mit parasitischer Lebensweise, erstere z. B. Guignardia mit 130, Mycosphaerella mit weit über 500 Arten, welche die Blätter und Stengel der allerverschiedensten Pflanzen, ja selbst Farne, Flechten und Pilze befallen; auch andere Gattungen, wie z. B. Tichothecium, leben auf Flechten. Die Familie der Pleosporaceae besteht wenigstens in den Reifestadien meist aus Saprophyten. Auch hier sind viele Gattungen sehr artenreich, z. B. Venturia mit 50, Physalospora mit 130, Didymella mit 120, Didymosphaeria mit 120, Metasphaeria mit 230, Leptosphaeria mit 500, Ophiobolus mit 125, Pyrenophora mit 40, Pleospora, der Schwarzpunkt-Kern-Schlauchpilz, mit 225 Arten, unter diesen P. vulgaris und besonders P. herbarum (Abb. 28, E, F) auf dürren Stengeln überaus gemein.

Die Familie der **Massariaceae** oder **Flachmund-Kern-Schlauchpilze**, die im übrigen den vorigen sehr ähnlich ist, zeichnet sich durch große, kohlige oder dickledrige Gehäuse mit flacher Mündung aus, auch sind die großen Sporen gewöhnlich von einer Gallerthülle umgeben. Es sind etwa zehn größtenteils artenarme Gattungen saprophytisch an dürren Ästen wachsender Pilze, Massaria selbst zählt freilich gegen 60 Arten.

Durch meist schnabelartig verlängerte oder doch kegelförmige Mündungen der Fruchtkörper zeichnen sich die Familien der **Gnomoniaceae** oder **Schnabelmund-Kern-Schlauchpilze** und der **Clypeosphaeriaceae** oder **Scheibenmund-Kern-Schlauchpilze** aus. Letztere sind von einer schwarzen, aus Myzelfäden bestehenden Scheibe bedeckt. Es sind meist Saprophyten auf dürren Zweigen und Blättern. Die Schnabelmund-Kern-Schlauchpilze umfassen etwa neun Gattungen, unter denen nur Gnomonia mit 60 Spezies artenreich ist. Bemerkenswert ist G. erythrostoma als Schädling der Kirschbäume, dessen rotbraunes Myzel Blätter und Früchte befällt und abtötet. Die Scheibenmund-Kern-Schlauchpilze enthalten sieben Gattungen, darunter Anthostomella mit 100 Arten.

Unter den fünf Familien mit in das Lager eingesenkten Fruchtkörpern besteht das Stroma der **Valsaceae** oder **Mischlager-Kern-Schlauchpilze** und der **Melanconidaceae** oder **Flachlager-Kern-Schlauchpilze** aus einer Verbindung von Pilzhyphen mit der Nährsubstanz, aus der die Mündungen der Fruchtkörper mehr oder weniger hervorragen (Abb. 28, M 2). Erstere haben als Konidienformen gewöhnlich kleinsporige Pykniden (Abb. 28, M 3), daneben zuweilen verzweigte Konidienträger, letztere weisen äußerst selten Pykniden auf, meist aber flache, mit gestielten, großsporigen Konidien bedeckte Lager, bisweilen auch in gewöhnlicher Weise verzweigte Konidienträger.

Die Valsaceae umfassen elf zum Teil äußerst artenreiche, die Melanconidaceae neun weniger artenreiche, saprophytische Gattungen; so z. B. sind bei den ersteren von Valsa (Abb. 28, M) und Diaporthe je 400 Arten beschrieben worden, während bei den letzteren die artenreichste Gattung Pseudovalsa kaum 30, Cryptospora und Cryptosporella je 20 Arten enthalten.

Die letzten drei Familien haben Lager, die ausschließlich aus Pilzhyphen gebildet sind; die Fruchtkörper sind eingesenkt. Die Familie der **Diatrypaceae** oder **Hyphenlager-Kern-Schlauchpilze** zeichnet sich durch kleine, einzellige, zylindrische, meist gebogene, hyaline

bis hellbraune Sporen aus (Abb. 28, N 3); auch die Konidien sind gestreckt und einzellig (Abb. 28, N 2) und stehen häufig auf besonderen fleischigen, heller gefärbten Stromata. Unter den acht saprophytischen Gattungen umfaßt Diatrype (Abb. 28, N) über 70 und Diatrypella über 40 Arten.

Die Familie der **Melogrammataceae** oder **Senkfrucht-Kern-Schlauchpilze** hat ziemlich große, häufig mehrzellige hyaline oder braune Sporen und entweder flache, die jungen Stromata bedeckende vergängliche Konidienlager oder dem Stroma eingesenkte Pykniden. Von den acht saprophytischen Gattungen umfassen die artenreichsten, Botryosphaeria und Myrmaecium, etwa 50 Arten.

Die letzte Familie, die **Xylariaceae** oder **Holz-Kern-Schlauchpilze**, hat gewöhnlich einzellige, schwarzbraune Sporen und auf der Oberfläche der jungen Stromas freie (Abb. 28, K 3) oder erst später frei heraustretende Konidienlager. Das sehr verschieden gestaltete Stroma ist meist schwarz, holzig, kohlig, in der Jugend oft fleischig, mit unter der Oberfläche eingesenkten Fruchtkörpern. In der Unterfamilie der Hypoxyleae ist das Stroma dem Substrat aufgelagert, krustig, polsterförmig, halbkugelig (Abb. 28, K 2) oder kugelig, in der Unterfamilie der Xylarieae steht es aufrecht mit sterilem unteren Teil, zylindrisch oder keulig (Abb. 28, H, J 1), kopfig oder oben scheibenartig verbreitert (Abb. 28, L 1).

Die 14 Gattungen finden sich größtenteils an faulenden Holzstümpfen, Poronia (Abb. 28, L) auf Mist, auch in Deutschland, Thamnomyces hippotrichoides in feuchten Kellern, wo er die Wände, Holz und Stroh mit rhizomorphaartigen (vgl. S. 87) Stromasträngen überzieht, die hier und da eiförmige fertile Verdickungen bilden. Scheibenförmig ist das Stroma bei der 40 Arten enthaltenden, in Deutschland mit sieben Arten verbreiteten Gattung Nummularia, mehr oder weniger halbkugelig bei den drei ebenfalls in Deutschland vorkommenden Gattungen Ustulina (Abb. 28, K), Daldinia und Hypoxylon, von denen sich erstere durch das zuerst fleischige, Daldinia durch das konzentrisch geschichtete, schon von Anfang an kohlige Stroma auszeichnet. Während diese beiden Gattungen nur wenige Arten enthalten, sind von der durch nicht geschichtete, sofort kohlige Stromata charakterisierten Gattung Hypoxylon über 200 Arten bekannt.

Von den Xylarieae ist die tropisch-amerikanische Gattung Camillea durch die an abgebrochene Säulen erinnernden Stromata auffallend, während die gleichfalls tropische Kretschmaria rasig gehäufte, kopf- oder kurz keulenförmige Stromata hat. Die größten Formen gibt es aber in der Gattung Xylaria (Abb. 28, H, J), von deren 200 Arten in Deutschland nur 12 vorkommen; es sind Pilze mit aufrechten zylindrischen oder keuligen, häufig verzweigten, am Stiel oft behaarten, in der Jugend von dem weißlichen Filz der Konidienträger überzogenen, sonst schwarzen, kohligen Stromata.

Unterklasse 3:

Laboulbeniomycetes oder Geschlechtsfrucht-Schlauchpilze.

Die Geschlechtsfrucht-Schlauchpilze sind charakterisiert durch ihre ausgesprochene, stark an die Florideen unter den Algen erinnernde Sexualität, indem eine weibliche ruhende Zelle indirekt durch Vermittelung anderer, leitender Zellen von männlichen Geschlechtszellen befruchtet wird und dann die Zelle erzeugt, aus der die Schläuche entstehen.

Die einzige Familie, die der **Laboulbeniaceae** oder **Geschlechtsfrucht-Schlauchpilze**, ist auf der ganzen Erde verbreitet; es sind äußerst kleine Pilze, die auf Insekten und Spinnen parasitieren, ohne besonderen Nutzen zu bringen oder Schaden zu verursachen. Der gewöhnlich nur von wenigen Zellen gebildete, mit dem verwirrenden Namen Rezeptakulum bezeichnete Pilzkörper besteht aus Zellreihen oder parenchymatisch aussehendem Zellgewebe und sitzt mit seiner untersten Zelle mittels eines spitzen, schwarzen Fortsatzes in der Chitinhülle des befallenen Insektes fest; selten wird die Chitinhülle von wurzelartigen Anhängseln

durchbohrt. Als Anhängsel produziert das Zellgewebe einerseits die Geschlechtsorgane, anderseits sterile, häufig fadenförmige Anhänge (Abb. 29, B). Die männlichen Geschlechtszellen, die, obwohl sie keine Eigenbewegung haben, gewöhnlich Antherozoïden genannt werden, werden meist in besonderen, häufig an den Anhängen sitzenden Antheridien gebildet; seltener werden sie wie Konidien äußerlich von einem Träger abgeschnürt. Die Antheridien

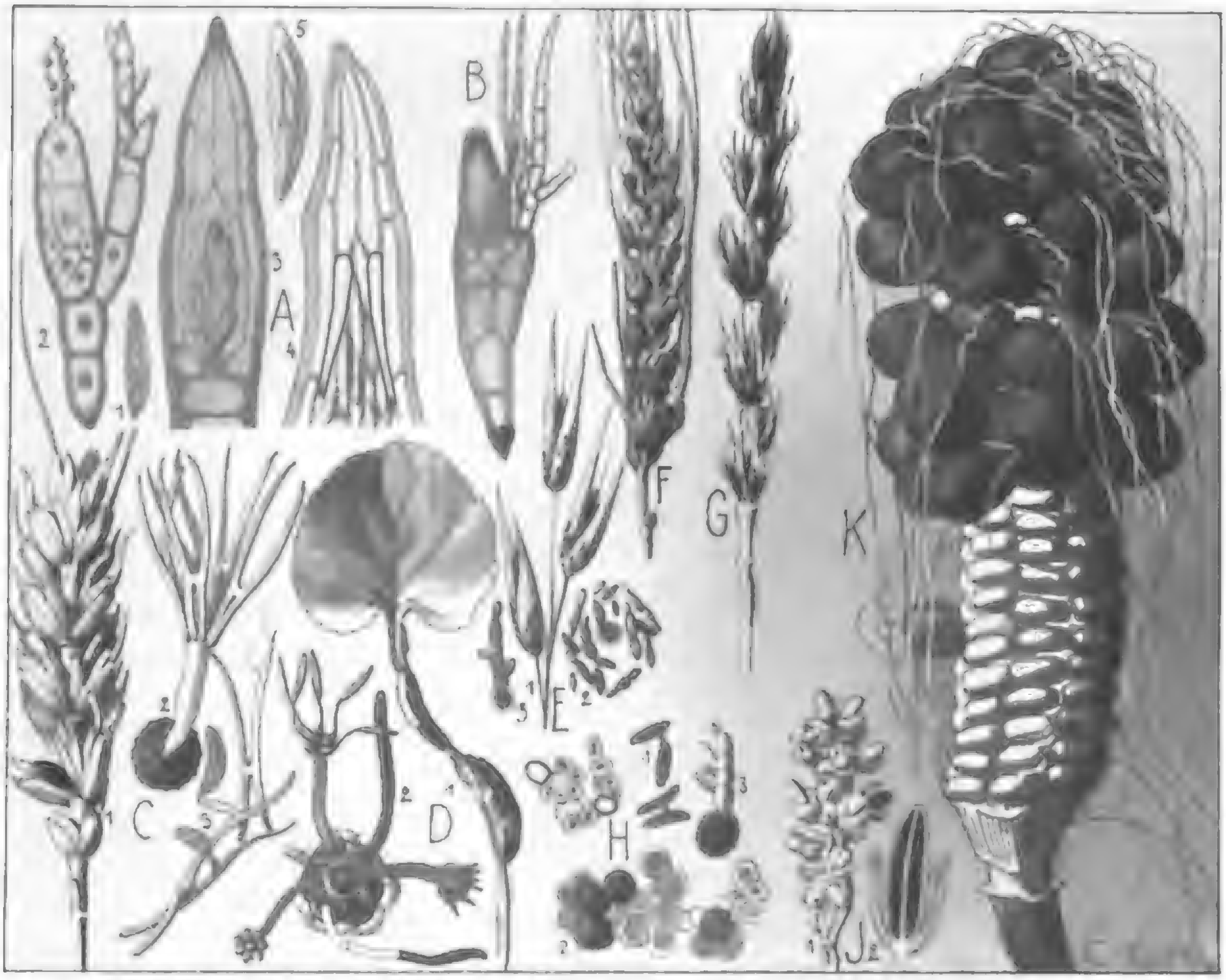


Abb. 29: Geschlechtsfrucht-Schlauchpilze (Laboulbeniomycetes) und Brandpilze (Hemibasidiomycetes).

A Stigmatomyces Baeri: 1 Spore; 2 Pilzkörper mit Antheridienträger (rechts) und Perithezium im Stadium der Befruchtung (links); 3 Perithezium im Stadium der Schlauchbildung; 4 Spitze des reifen Perithezium s; 5 Schlauch.
B Laboulbenia cristata, Fruchtkörper mit langen, sterilen und verzweigten, Antheridien tragenden Anhängseln.
C Tilletia tritici: 1 Habitus des Steinbrandes auf Weizen; 2 keimende Spore mit Hemibasidie nebst kopulierenden Konidien; 3 kopulierende Konidien, die unten sichelförmige sekundäre Konidien bilden.
D Urocystis violae: 1 Habitus; 2 Sporenballen, zu Hemibasidien und Myzelfäden austreibend.
E Ustilago avenae: 1 Von Brand befallener Hafer; 2 Keimung von Sporen in Nährlösung zu hefeartig sprossenden Konidien; 3 Keimung von Sporen im Wasser zu Hemibasidien mit Konidien.
F Ustilago hordei.
G Ustilago tritici.
H Ustilago tragopogonis pratensis: 1 Erste Anlage der Sporen; 2 reifende Sporen; 3 eine keimende Spore nebst Hemibasidie mit Konidien; 4 Kopulierung der Konidien.
J Ustilago sorghi: 1 Habitus; 2 eine vom Brand befallene Blüte, vergrößert.
K Ustilago maÿdis.

sind entweder isoliert stehende Zellen mit je einer Öffnung (Abb. 29, A 2 rechts) oder aber Zellkomplexe mit einer gemeinsamen Öffnung. Die Fruchtkörper oder Perithezien sind Zellkomplexe, die aus einem zweischichtigen Gehäuse, zwei Innenzellen und einer Anhangszelle bestehen; diese letzten drei Zellen bilden das Prokarp, und zwar wird die unterste als Karpogonzelle, die mittlere als Trichophorzelle und die obere als Trichogynzelle (Abb. 29, A 2 links) bezeichnet. Die kugeligen Antherozoïden haften an dem Trichogyn, und dieses vermittelt, wohl ähnlich wie bei den Florideen, die Befruchtung des Karpogoniums; dieses scheidet nun eine obere und eine untere Tragzelle ab und teilt sich dann in mehrere Askogonzellen,

aus denen sich die Schläuche entwickeln (Abb. 29, A 3). Die Schläuche (Abb. 29, A 5) trennen sich bei der Reise von den askogenen Zellen, die Gehäusezellen bilden durch Teilung eine Art Mündungskanal (Abb. 29, A 4), die Schlauchmembranen schwinden, und die freie Masse der länglichen, meist zweizelligen, von Schleim eingehüllten Sporen (Abb. 29, A 1) dringt durch die Mündung ins Freie.

Die meisten der rund 150 in etwa 30 Gattungen eingeordneten Arten sind in Nordamerika entdeckt worden, wo die Familie speziell studiert wurde. Sechs Gattungen finden sich auch in Mitteleuropa, darunter die einzige artenreiche Gattung Laboulbenia (Abb. 29, B), der etwa die Hälfte aller Arten angehören, sowie der auf Stubenfliegen vorkommende Stigmatomyces Baeri (Abb. 29, A).

Klasse 3:

Basidiomycetes oder Basidienpilze.

Die Basidienpilze, die dritte große Unterabteilung der Pilze, zeichnen sich durch die stets exogene Sporenbildung aus. Die Sporen werden hier niemals in Sporangien oder Schläuchen erzeugt, wie es bei den typischen Fruchtformen der meisten Algenpilze und bei allen Schlauchpilzen der Fall ist, sondern sie werden von mehr oder weniger regelmäßigen, hier Basidien genannten Konidienträgern abgeschnürt. Die Basidien sind geteilt oder ungeteilt und erzeugen gewöhnlich je vier Sporen, die mit einem Keimschlauch keimen, zuweilen aber auch hefeartig sprossen. Daneben finden sich bei vielen Arten noch mannigfache Konidienbildungen anderer Art.

Unterklasse 1:

Hemibasidiomycetes oder Brandpilze.

Die verhältnismäßig kleine Abteilung der Brandpilze umfaßt nur zwei Familien parasitischer Pilze, die Ustilaginaceae und die Tilletiaceae, die sich dadurch auszeichnen, daß ihre Basidien stets von einer besonderen Art unmittelbar aus den Hyphen entstehender Sporen, sogenannter Chlamydosporen, erzeugt werden. Diese wachsen zu kurzen Keimschläuchen aus, die auch Promyzelien genannt werden und eine unbestimmte Zahl von Konidien (Sporidien), zuweilen auch nur eine einzige, erzeugen und daher im Gegensatz zu den eine konstante Zahl von Sporen entwickelnden echten Basidien als Hemibasidien bezeichnet werden.

Das durch Wände geteilte Myzel dieser Pilze wächst gewöhnlich zwischen den Zellen höherer Gewächse; bei einigen Arten dringt es durch die Zellwände ins Innere der Zellen, häufiger entsendet es Saugfäden (Haustorien) in sie hinein. In der Regel vermag es nur in jüngere, noch weiche Teile der Nährpflanze einzudringen und folgt daselbst dem weiter wachsenden Vegetationspunkt, stirbt jedoch auch in den älteren Teilen nicht ganz ab und hält sich bei den Gramineen besonders in den weich bleibenden Stengelknoten. Die Sporen (Chlamydosporen) werden meist an bestimmten jüngeren Teilen der Wirtspflanze gebildet, z. B. an den Stengeln, Knoten, Blättern und Blattstielen, in den Blüten, besonders an Fruchtknoten oder an den Antheren sowie an den jungen Früchten.

Häufig werden die betreffenden Teile der Wirtspflanze stark aufgetrieben oder umgeformt (Abb. 29, D 1), oder es werden sehr große sogenannte Brandbeulen erzeugt (Abb. 29, J 2, K). Ustilago Treubii ruft an Polygonum chinense auf Java sogar Auswüchse von der Form der Pfifferlinge hervor. An allen diesen Stellen entwickelt sich eine pulverige oder schmierige dunkle Sporenmasse. Die Chlamydosporen werden gebildet, indem sich das Protoplasma der Hyphen in kleine Klümpchen zerlegt, die sich meist zuerst mit einer Gallertschicht

umgeben, innerhalb deren sich die doppelte Membran entwickelt (Abb. 29, H 1, 2). Die äußere Membran, das Episporium, ist dunkel und derb und gewöhnlich in verschiedener Weise skulpturiert, glatt, netzleistig oder stachelig. Die Sporen sind zuweilen auch paarweise oder knäuel- bzw. ballenweise miteinander verbunden (Abb. 29, D 2). Das bei der Keimung im Wasser entstehende kurze Promyzel ist oft mehrzellig, und aus ihm sprossen dann seitlich oder endständig die meist länglichen Konidien (Sporidien) hervor (Abb. 29, C 2, D 2, E 3, H 3). Zuweilen werden statt der Konidien unmittelbar Myzelfäden vom Promyzel erzeugt (Abb. 29, D 2); in Nährlösung findet häufig eine hefeartige Sprossung der Konidien statt (Abb. 29, E 2). Im Wasser oder in schon erschöpften Nährlösungen kopulieren die Konidien nicht selten (Abb. 29, C 3, H 4); gelegentlich erzeugen sie sogar sekundäre Konidien (Abb. 29, C 3). Auch auf der Wirtspflanze bildet das Myzel mancher Arten Konidien.

Es sind etwa 20 Gattungen von Brandpilzen mit 400 Arten bekannt, von denen ein sehr erheblicher Teil auf Gräsern vorkommt. Besonders gehören die das Getreide befallenden Arten zu dessen größten Schädlingen; sie vernichten oft erhebliche Teile der Ernten, und wo sie häufig auftreten, machen sie das Getreide nicht nur als Saatgut, sondern sogar als Viehfutter unbrauchbar. Brandiges Getreide, auch schon das Stroh und Grünfutter, ist dem Vieh äußerst schädlich, indem es Schwellungen und Lähmungserscheinungen hervorruft, die sogar zum Tode führen können. Während der Brand früher zuweilen die Hälfte und noch größere Teile der Ernten vernichtete, bekämpft man diese Krankheit jetzt in den Kulturstaaten durch sogenanntes Beizen des Saatgutes, wozu schon 12—16stündiges Einquellen in einer halbprozentigen Lösung von Kupfervitriol genügt, oder auch durch Abtötung der Sporen vermittelst viertelstündigen Eintauchens in Wasser von 55° C. Da die keimenden Sporen und Konidien (Sporidien) nur in junges Pflanzengewebe einzudringen vermögen, ist eine Infektion des älteren Getreides nicht mehr zu befürchten.

Die Familie der **Ustilaginaceae** oder **Echten Brandpilze** zeichnet sich durch quergeteiltes Promyzel (Hemibasidien) aus, an dem die Konidien sich gewöhnlich seitenständig in verschiedener Höhe abschnüren (Abb. 29, H 3), zuweilen aber nicht unmittelbar vom Promyzel, sondern von kleinen Stielchen (Sterigmen), die dem Promyzel aufsitzen; wo endständige Konidien vorkommen, pflegen sie nicht wirtelig zu stehen. Die Familie leitet hierdurch zu den Protobasidiomyzeten über.

Die meisten der neun Gattungen zählen nur wenige unwichtige Arten und zeichnen sich durch zu mehreren vereinigte Chlamydosporen aus. Sehr wichtig ist dagegen Ustilago, eine Gattung mit einzelnstehenden, bei der Reife pulverförmig zerstäubenden Sporen. Die etwa 200 Arten kommen über die ganze Erde zerstreut vor und befallen hauptsächlich Gräser und Knöterichgewächse. Die auf Getreide wachsenden haben mit diesem eine weite Verbreitung erlangt. Früher wurden sie als Rußbrand oder Staubbrand unter dem Namen U. segetum zusammengefaßt, jetzt unterscheidet man besondere Staubbrandarten für die einzelnen Getreidearten. Auf Hafer findet sich U. avenae (Abb. 29, E) mit rauhen und U. laevis mit glatten Sporen, auf Gerste U. nuda und U. hordei (Abb. 29, F), erstere mit etwas warzigen, letztere mit glatten Sporen. U. tritici (Abb. 29, G), der Weizenbrand, ist von U. nuda dem Aussehen nach nicht zu unterscheiden. Der Roggenbrand, U. secalis, ist weit seltener. Sehr stark von Brand befallen werden der Mais und die verschiedenen Hirsearten. Der Beulenbrand des Maises, U. maÿdis (Abb. 29, K), ist durch die Größe der Brandbeulen überaus auffallend, U. Fischeri befällt die Kolbenspindeln, U. Reiliana die Fruchtknoten. Dieselbe Art bewirkt auch den die ganzen Rispen in Brandbeulen verwandelnden Staubbrand der Sorghumhirse, außerdem werden die Blüten dieser Hirse noch von U. cruenta und sorghi (Abb. 29, J) befallen. Ebenso haben die anderen angebauten Hirsearten ihre besonderen Brandkrankheiten, auch das Zuckerrohr wird von einem Brand, U. sacchari, befallen, desgleichen die meisten wilden Gräser. Zu erwähnen ist noch U. violacea, die viele Nelkengewächse befällt und deren Antheren mit violettem Sporenpulver erfüllt, während U. scabiosae die Antheren von Knautia durch ihre hellbräunlichen bis fleischfarbenen Sporen färbt. Auch die Blütenköpfe der Kompositen werden befallen und deformiert, so Distelarten von U. cardui, der Bocksbart von U. tragopogonis pratensis (Abb. 29, H).

Die Familie der **Tilletiaceae** oder **Steinbrandpilze** unterscheidet sich von den Ustilaginazeen durch das einzellige Promyzel, das an seiner Spitze wirtelig gestellte Konidien (Sporidien) erzeugt (Abb. 29, C 2, D 2); sie leitet hierdurch zu den Autobasidiomyzeten über.

Von den elf Gattungen dieser Familie haben die meisten zu mehreren oder vielen miteinander verbundene Sporen, so z. B. Urocystis (Abb. 29, D 2), eine in 25 Arten auf den verschiedensten Pflanzen auftretende Gattung. U. occulta erzeugt den Roggenstengelbrand, U. violae (Abb. 29, D 1) ist ein Schädling der Veilchenkulturen, indem sie an den Blattrippen, Blattstielen und Ausläufern schwielige Verdickungen verursacht. Die Blüten von Primeln werden von U. primulicola angegriffen, U. cepulae befällt die Zwiebelschuppen und Blätter der Zwiebel, Porree usw. und richtet in den Kulturen oft großen Schaden an. Auf den Blättern von Ranunkulazeen ruft U. anemones häufig große Schwielen hervor. Bei dieser Gattung sowohl wie bei der in etwa 16 Arten auf Wasserpflanzen bekannten Gattung Doassansia werden die Sporenmassen von sterilen Zellen umgeben.

Von den Gattungen mit einzelnstehenden Sporen sind Entyloma und Tilletia zu erwähnen, erstere mit nesterweise dem Gewebe der Wirtspflanze eingesenkten, meist hellen Sporen und 50 auf den verschiedensten Dikotyledonen, wie z. B. Borraginazeen, Papaverazeen, Ranunkulazeen, Kompositen, vorkommenden Arten.

Die 30 Arten der Gattung Tilletia bewohnen mit wenigen Ausnahmen Gräser und haben dunkle, in staubigen Massen auftretende Sporenlager. Während manche Arten Blätter bewohnen, wie z. B. die auf vielen Gräsern dunkle, später aufspringende Streifen hervorrufende T. striaeformis, befallen andere Blüten, so vor allem die beiden Arten, die den gefürchteten Stein-, Stink- oder Schmierbrand des Weizens verursachen, T. tritici (Abb. 29, C) und T. laevis, erstere mit netzleistigen, letztere, mehr in Amerika auftretend, mit glatten Sporen; beide verkürzen die kranken Körner, bringen sie zum Springen und erfüllen sie mit einer anfangs schmierigen, später pulverigen, nach Heringslake duftenden Sporenmasse. Wenig schädlich ist dagegen T. secalis auf Roggen. Auch die Kapseln von Torfmoosen werden von einer Art dieser Gattung, T. sphagni, befallen, deren Sporen früher für eine Kleinsporenform der Torfmoose angesehen wurden.

Unterklasse 2:
Eubasidiomycetes oder Echte Basidienpilze.

Die sehr große Unterklasse der Eubasidiomyzeten umfaßt alle Familien, die echte Basidien haben, d. h. solche, die eine konstante Zahl von Sporen hervorbringen, und zwar unterscheidet man zwei Reihen, die Protobasidiomycetes mit aus mehreren Zellen bestehenden und entweder quer oder längs geteilten Basidien sowie meist seitlich den einzelnen Zellen aufsitzenden Konidien, und die Autobasidiomycetes mit ungeteilten Basidien von meist keuliger Gestalt und endständigen Konidien; erstere schließen sich den Ustilaginazeen, letztere den Tilletiazeen an.

Reihe 1:
Protobasidiomycetes oder Erstlings-Basidienpilze.

Die Reihe der Erstlings-Basidienpilze zeichnet sich durch mehrzellige Basidien aus und zerfällt in drei Ordnungen, von denen die Uredineïneae und die Auriculariineae quergeteilte, auf Grund der Kernteilungsrichtung als Stichobasidien bezeichnete Konidienträger haben, während diese bei den Tremellineae meist längsgefächert sind und auf Grund der Kernteilungsrichtung als Chiastobasidien bezeichnet werden. Die ersten beiden Ordnungen unterscheiden sich wieder dadurch, daß bei den sämtlich parasitischen Uredineïneae die Konidien aus Chlamydosporen hervorgehen, während sie bei den saprophytischen Auriculariineae aus dem Myzel entspringen.

Ordnung 1:
Uredineïneae oder Rostpilze.

Die Ordnung der Rostpilze enthält etwa 36 Gattungen mit sehr zahlreichen, über die ganze Erde zerstreuten Arten; diese werden in vier Familien eingeordnet, jedoch ist die Einteilung

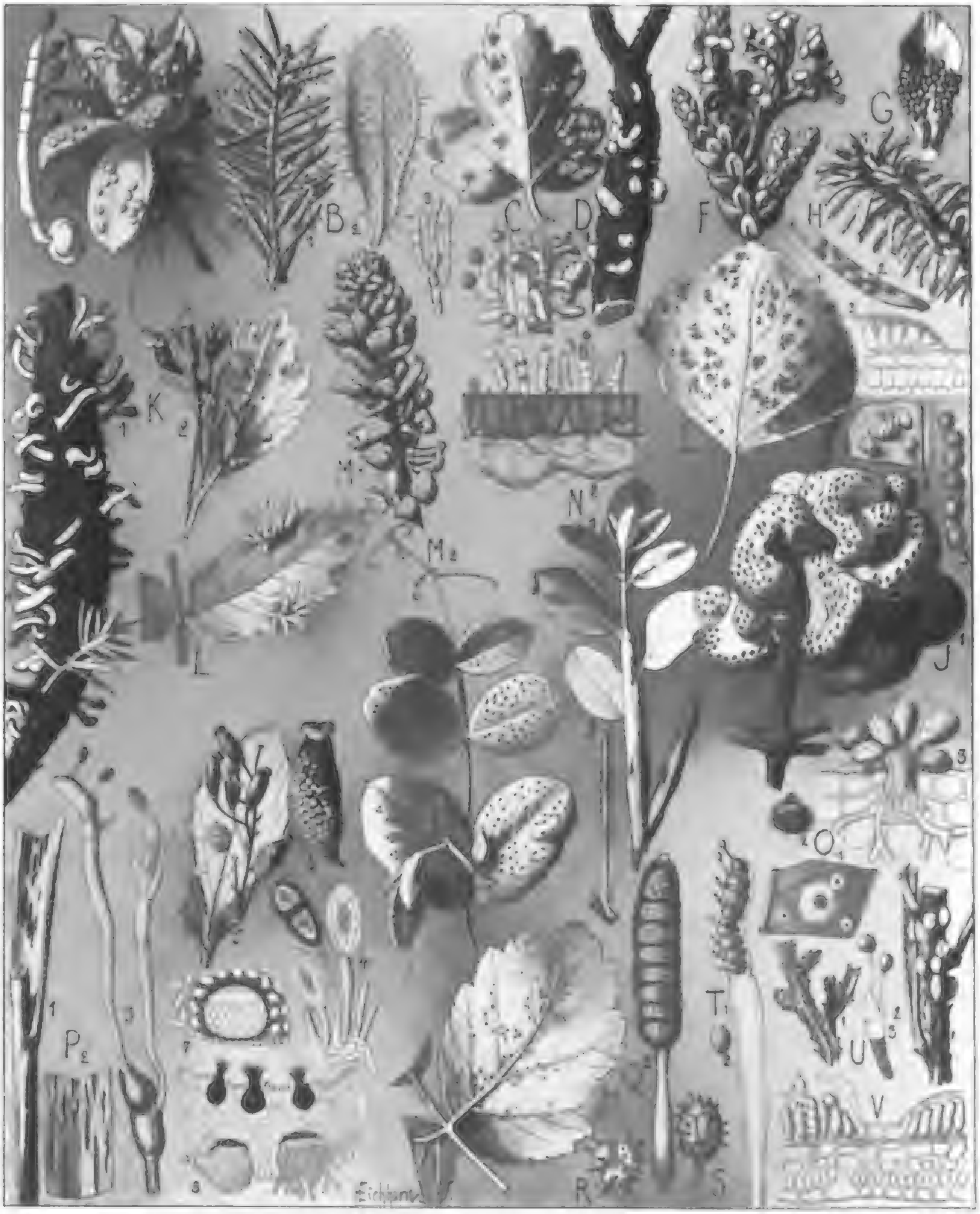


Abb. 30: Rostpilze (Uredineïneae).

A Endophyllum sempervivi: 1 Habitus; 2 Teleutospore mit Basidie.
B Chrysomyxa rhododendri: 1 Äzidienform (Aecidium abietinum) auf Fichtennadeln; 2 Teleutosporenform auf einem Alpenrosenblatt; 3 Teleutospore mit Basidien.
C Cronartium ribicolum: Teleutosporenform auf einem Ribes-Blatt.
D Cronartium asclepiadeum: 1 Äzidienform (Peridermium pini) auf einem Kiefernzweig; 2 Teleutosporen mit Basidien.
E Melampsora tremulae: 1 Teleutosporenform auf einem Zitterpappelblatt; 2 Durchschnitt durch ein Teleutosporenlager.
F Caeoma deformans: Eine Äzidienform auf Thujopsis dolabrata.
G Aecidium strobilinum auf der Schuppe eines Fichtenzapfens.
H Aecidium elatinum: 1 Deformierter Tannenzweig; 2 einzelne Tannennadel mit Äzidienform von Melampsora caryophyllacearum.
J Aecidium Englerianum: 1 Stengelgalle; 2 Blattgallen; 3 Sporenkette.
K Gymnosporangium clavariaeforme: 1 Teleutosporenform auf Wacholder; 2 Äzidienform (Roestelia lacerata) auf Weißdorn.
L Gymnosporangium juniperinum: Äzidienform (Roestelia cornuta) auf der Eberesche.
M^1 Aecidium euphorbiae auf Euphorbia cyparissias, die Äzidienform mehrerer Leguminosen bewohnenden Urocystis-Arten.
M^2 Uromyces pisi: Teleutosporenform auf einem Erbsenblatt.
N Pucciniastrum Goeppertianum: 1 Teleutosporenlager

in Familien und Gattungen je nach der Auffassung der Autoren noch sehr schwankend. Die Ordnung selbst ist dagegen sehr natürlich begründet, da die Arten viele Merkmale gemeinsam haben.

Es sind kleine, auf höheren Pflanzen, zuweilen aber auch auf Farnen, parasitierende Pilze mit reichlichem, durch Wände geteiltem Myzel, das meist nur zwischen den Zellen der Wirtspflanze vegetiert, manchmal freilich in die Zellen selbst eindringt und noch häufiger Saugfäden (Haustorien) in die Zellen hineinsendet. Die rotgelbe Färbung vieler Arten rührt von einem farbigen Öl im Myzel her. Dieses verbreitet sich häufig nur über kleine Strecken des befallenen Pflanzenteils und verursacht dann gewöhnlich nur gelb oder dunkel gefärbte Flecke, Pusteln oder Striche, oder es tötet den betreffenden Teil ab; in vielen Fällen durchzieht es aber die ganze Wirtspflanze oder wenigstens beträchtliche Strecken und überwintert dann oft in ihr. Sehr häufig bewirkt der Pilz Gestaltveränderungen des befallenen Pflanzenteiles, die sich in der Veränderung der Form und Dicke der Blätter äußern können (Abb. 30, A 1, M 1), in Auftreibungen bzw. Verlängerungen oder Verkrümmungen der Stengel oder Äste (Abb. 30, D 1, K 1, N 1), in Schwielen, Auswüchsen und Gallenbildungen der verschiedensten Art (Abb. 30, J 1) oder auch in Gestalt von Hexenbesen (Abb. 30, F).

Sehr mannigfaltig sind in dieser Ordnung die Fortpflanzungsorgane gestaltet, indem drei verschiedene Arten von Chlamydosporen vorkommen, die unter den Namen Teleuto-, Uredo- und Äzidiosporen bekannt sind, sowie zwei Arten von Konidien, die als Spermatien und Sporidien bezeichnet werden.

Die Teleutosporen, die gewöhnlich die überwinternde Dauerform darstellen, sind sehr mannigfaltig gestaltet und angeordnet, und auf sie ist das jetzt übliche System der Ordnung im wesentlichen aufgebaut. Sie werden in kleinen oder größeren Lagern oder Polstern gebildet (Abb. 30, V), sind entweder ungestielt (Abb. 30, A 2) oder gestielt (Abb. 30, P 4, Q 2, T 1) und sitzen einzeln (Abb. 30, N 2) oder reihenweise (Abb. 30, B 3) den tragenden Hyphen auf; häufig sind auch die nebeneinanderstehenden zu zylindrischen (Abb. 30, D 2), warzen- oder linsenförmigen Sporenkörpern verbunden. Sie sind oft gelb gefärbt, einzellig (Abb. 30, A 2, N 2, O 2) oder durch innere Wände in mehrere Zellen, oder besser Sporen, geteilt (Abb. 30, P 4, Q, R, S, T). Bei der Keimung, die von dünneren, schon an den Sporen sichtbaren Keimsporen aus erfolgt, bildet sich von jeder Zelle (Spore) aus ein Keimschlauch (Promyzel oder Basidie), dessen obere vier Zellen je einen eine Konidie (Sporidie) tragenden Stiel (Sterigma) aussenden (Abb. 30, B 3, D 2, N 2, P 3); in vielen Fällen teilt sich aber die Spore selbst ohne Keimung in vier Zellen, deren jede ein Sterigma mit Konidie (Sporidie) trägt (Abb. 30, T 1, U 3, V).

Die Uredosporen sind stets einzellig, häufig gelb oder orange gefärbt, meist gestielt und mit Wärzchen oder kleinen Stacheln bedeckt (Abb. 30, O 3, P 4). Sie stehen in besonderen Lagern, gewöhnlich einzeln, nur bei zwei Gattungen reihenweise auf den sie tragenden Myzelfäden. Sie keimen durch einen oder mehrere Keimschläuche aus häufig schon an den Sporen sichtbaren Poren; falls Keimporen in Mehrzahl sichtbar sind, handelt es sich stets

---

auf der Preiselbeere; 2 Teleutosporenlager mit Basidien im Längsschnitt; 3 Äzidienform (Aecidium columnare) auf einer Edeltannennadel.
O Hemileia vastatrix: 1 Teleutosporenlager auf einem Kaffeeblatt; 2 Teleutospore; 3 Uredosporenlager im Längsschnitt.
P Puccinia graminis: 1, 2 Teleutosporenlager auf Getreideblättern; 3 Teleutospore mit Basidie; 4 Teleuto- und Uredospore; 5, 6 Äzidienform (Aecidium berberidis) auf Berberitze; 7 unreifes Äzidium im Längsschnitt; 8 Blattdurchschnitt mit Äzidium und Spermogonien.
Q Phragmidium rubi: 1 Teleutosporenlager auf einem Ribes-Blatt; 2 Phragmidium rubi idaei, Teleutospore.
R Triphragmium echinatum,
S Sphaerophragmium acaciae: Teleutosporen.
T Chrysopsora gynoxydis: 1 Teleutospore mit Basidie; 2 Sporidie.
U Coleosporium senecionis: 1 Teleutosporenlager auf einem Senecio-Blatt; 2 Äzidienform, Blasen auf einem Kiefernzweig bildend; 3 Teleutospore, Basidien bildend.
V Ochropsora sorbi: Längsschnitt durch zwei Teleutosporenlager.

um Uredosporen. Die Keimschläuche entwickeln keine Konidien (Sporidien), sondern dringen durch die Spaltöffnungen in die Nährpflanzen ein.

Die Äzidiosporen sind stets einzellig und werden reihenweise (Abb. 30, J 3) von dichtstehenden Hyphen abgeschnürt; sie sind meist durch ein Öl gelb oder orange gefärbt, während die Membran farblos ist. Keimporen sind nur selten schon an den Sporen sichtbar, die Keimschläuche entwickeln keine Konidien (Sporidien), sondern dringen gleich durch die Spaltöffnungen in die Wirtspflanze ein. Die Lager dieser Sporen, die auch Äzidien genannt werden, sind meist in das Gewebe der Wirtspflanze eingesenkt und im Gegensatz zu den Uredosporenlagern in der Jugend von einer Hüllschicht, einer sogenannten Pseudoperidie, umschlossen (Abb. 30, P 7). Diese springt später auf, wodurch das Lager eine becher-, zylinder- oder flaschenförmige Gestalt erhält (Abb. 30, P 8 unten); daher bezeichnet man die Äzidien auch häufig mit dem Namen Becher-Rost. Nur selten fehlt die Pseudoperidie, nämlich bei den sogenannten Caeoma-Formen, oder wird durch einen Kranz eingekrümmter Paraphysen ersetzt.

Die Sporidien sind, wie wir sahen, die von den Basidien, den Keimschläuchen oder dem Promyzel der Teleutosporen, abgeschnürten Konidien; sie keimen ihrerseits wieder aus, und zwar durchbohren ihre Keimschläuche die Epidermiszellen der Wirtspflanze.

Die Spermatien, die ihren Namen daher haben, daß man sie früher für Geschlechtszellen hielt, sind nichts weiter als Mikrokonidien, die in besonderen, in das Gewebe der Wirtspflanze eingesenkten pyknidenartigen Behältern, den sogenannten Spermogonien, entstehen (Abb. 30, P 8 oben). Es sind kleine ellipsoidische Körper, die nacheinander von stielartigen Ausstülpungen des Myzels, sogenannten Sterigmen, an der Peripherie der krugförmigen oder halbkugeligen Behälter abgeschnürt werden. Die Spermogonien sitzen meist an der Oberfläche der Blätter, deren Unterseite andere Fortpflanzungsorgane, namentlich Äzidiensporenlager, tragen. Sie sondern gleichzeitig mit den Spermatien einen zuckerhaltigen, oft auch süßlich oder widrig riechenden Schleim aus. In Kulturen keimen die Spermatien zwar zu einem dürftigen Myzel aus, ihre Funktion ist aber trotz vieler Untersuchungen noch unbekannt.

Die Aufeinanderfolge der genannten Fortpflanzungsorgane bei den einzelnen Arten ist sehr verschieden; nur bei wenigen kommen sämtliche Formen vor bzw. sind sie bisher festgestellt worden. In der Regel beginnt die Vegetation im Frühling mit dem Auskeimen der Teleutosporen und der Bildung der Basidiosporen (Sporidien), durch deren Keimung die Wirtspflanze infiziert wird, worauf dann gewöhnlich auf der Oberseite des Blattes Spermogonien (Pykniden), auf der Unterseite Äzidien entstehen. Die Äzidiosporen bringen ihrerseits wiederum Uredolager hervor, sehr häufig aber nur auf einer ganz verschiedenen Pflanze. Die Uredosporen produzieren nun auf der von ihnen bewohnten Pflanze in schneller Aufeinanderfolge neue Uredolager und schließlich mit den Uredosporen gemischt oder in besonderen Lagern auf denselben Pflanzen Teleutosporen. Zuweilen fällt die Äzidien- und Spermogonien-Generation aus, in anderen Fällen wieder die der Uredosporen, und dann folgen entweder mehrere Äzidien-Generationen aufeinander, oder sie wechseln regelmäßig mit Teleutosporen ab. Andere Arten entwickeln sogar nur Teleutosporen.

Die Zahl der Arten, bei denen sich die verschiedenen Generationen auf derselben Wirtspflanze befinden, der sogenannten autözischen Uredineen, überwiegt die Zahl der Arten mit Wirtswechsel, der sogenannten heterözischen Uredineen. Die auf Koniferen beobachteten Uredineen sind aber sämtlich heterözisch, soweit man mehrere Fruchtformen kennt.

Viele Uredineen bewohnen nur einzelne Arten von Nährpflanzen, andere wieder mehrere Arten einer Gattung oder sogar viele Gattungen einer Familie. Wenn es nun in solchen Fällen nicht gelingt, durch Übertragung Infektionen anderer Arten herbeizuführen, ohne daß sich morphologische Differenzen konstatieren lassen, so spricht man von biologischen Arten; gelingt zwar die Infektion, ist aber das Gedeihen

auf der neu infizierten Art ein schwächeres, so spricht man wohl auch von Gewohnheitsrassen, indem man annimmt, daß schließlich bei dauernder Gewöhnung an eine bestimmte Art die Infizierungsmöglichkeit einer anderen ganz verschwinden wird.

Die mehr als 2000 Arten dieser Ordnung sind in den gemäßigten Zonen stärker vertreten als in den heißen und kalten, wo sie indessen ebenfalls nicht fehlen. Ihre Verbreitung wird vielmehr nur durch die Nährpflanzen sowie durch übergroße Nässe und Trockenheit beschränkt; daher sind sie in den Gebieten der Regenwälder der Tropen ebenso wie in den Wüstensteppen verhältnismäßig schwach vertreten. Mit den Wirtspflanzen dringen sie natürlich auch in neue Gebiete vor, und manche haben sich daher mit den Kulturpflanzen und Unkräutern auf der ganzen Erde heimisch gemacht. Einzelne Arten haben erst vor kurzem eine weite Verbreitung erlangt, so die von Chile aus 1869 nach Spanien eingeschleppte Puccinia malvacearum.

Während der Nutzen ganz unwesentlich ist — die durch Äzidien zu hypertrophischer Entwickelung gelangenden Zweige einiger Pflanzen werden gegessen —, ist der an den Nährpflanzen angerichtete Schaden häufig ganz enorm. Die Kaffeekrankheit (besser Kaffee-Rost), Hemileia vastatrix, die in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Ceylon auftrat, hat die dort blühende Kaffeekultur vernichtet und die Javas stark vermindert. Unsere Obstbäume leiden oft unter den Roestelia genannten Äzidienformen von Gymnosporangium. Der Rost des Getreides (Puccinia-Arten) vernichtet jährlich riesige Werte, wurde doch der Verlust an Getreide im Jahre 1891 allein in Preußen offiziell auf 418,75 Millionen Mark, d. h. auf fast ein Drittel der Ernte, geschätzt. Auch dem Vieh ist von Rostpilzen stark befallenes Futter schädlich.

Man teilt diese Ordnung jetzt ein in die vier Familien der Melampsoraceae, Coleosporiaceae, Cronartiaceae und Pucciniaceae.

Die Familie der **Melampsoraceae** oder **Schwarzspor-Rostpilze** hat ungestielte, einzelnstehende oder einschichtige Lager bildende Teleutosporen, die bei der Keimung typische mehrzellige Basidien (Abb. 30, E 2, N 2) hervorbringen. Von den etwa fünf Gattungen ist nur eine, nämlich Melampsora, artenreich.

Die Gattung Melampsora oder Schwarzspor-Rost (Abb. 30, E), die sich durch krustenförmige Teleutosporenlager mit einzelligen dunklen Teleutosporen auszeichnet, bewohnt vor allem Weiden und Pappeln sowie Wolfsmilchgewächse, während die dazugehörigen Äzidienformen, die keine Pseudoperidie und keine Paraphysen haben und früher als Arten der Gattung Caeoma, jetzt als sogenannte Caeoma-Formen beschrieben werden, auf den verschiedensten Pflanzen vorkommen. So z. B. finden sich die Äzidien der auf Weiden lebenden Arten auf Ribes, Evonymus, Orchis und Galanthus, diejenigen der auf Pappeln lebenden Arten auf Mercurialis, Allium, Larix und Pinus. Besonders auffallend ist das auf Kiefern wachsende Äzidium des Zitterpappel-Rostes, M. tremulae, das auch Caeoma pinitorquum oder Kieferndreher genannt wird, ein Name, der ihm gegeben worden ist, weil die Kiefernzweige an der befallenen Seite absterben und sich daher daselbst abwärts krümmen. Den Flachskulturen sehr schädlich wird häufig der Lein-Rost, M. Lini, dessen Äzidienformen noch nicht bekannt sind. Auch autözische Arten kommen in der Gattung vor, ferner solche, die Farne bewohnen, was bei der Gattung Uredinopsis ebenfalls der Fall ist. Bemerkenswert ist ferner die nahe verwandte Gattung Melampsorella, da die Äzidienform der auf Nelkengewächsen lebenden M. caryophyllacearum, die auf Tannennadeln vorkommt und auch den Namen Aecidium elatinum (Abb. 30, H) führt, auf den Tannen Hexenbesen hervorruft. Auf Birken, Erlen und Hainbuchen wachsen die Teleutosporenformen der Gattung Melampsoridium; nur von der ersteren kennt man das auf Lärchennadeln wachsende Äzidium. Zu erwähnen ist auch die Gattung Pucciniastrum, zu der das eigenartige P. Goeppertianum gehört (früher als Calyptospora bekannt), das bei uns auf Preiselbeeren häufig ist, an deren Stengeln es kleine Hexenbesen mit eigenartig verdickten, aufrechten und anfangs bleichen Zweigen sowie verkleinerten Blättern hervorruft (Abb. 30, N 1); die dazugehörende Äzidienform (Abb. 30, N 3) wurde als Aecidium columnare beschrieben und tritt als kleine, in zwei Längsreihen stehende Pusteln auf der Unterseite der Nadeln der Edeltanne auf.

Die Familie der **Coleosporiaceae** oder **Scheidenspor-Rostpilze** hat meist ungestielte (Abb. 30, U 3, V), selten schlauchartig gestielte (Abb. 30, T 1) Teleutosporen, deren Zellen sich, ohne auszukeimen, in vier, oft von der gemeinsamen Zellhaut scheidenförmig umschlossene Tochterzellen teilen, die unmittelbar die Sporidien abschnüren.

Von den fünf Gattungen umfassen vier nur je eine Art, darunter die bei uns auf verschiedenen Sorbus-Arten wachsende Ochropsora sorbi, der Gelb-Rost der Eberesche. Von Bedeutung ist nur die Gattung Coleosporium, der Scheidenspor-Rost, mit etwa 30 Arten, die größtenteils Korbblütler, daneben aber auch Skrofulariazeen und Kampanulazeen bewohnen, während die von blasenförmigen Pseudoperidien umgebenen Äzidien auf Kiefernarten vorkommen; sie sind teilweise als Peridermium beschrieben worden und oft morphologisch nicht voneinander zu unterscheiden.

Die Familie der **Cronartiaceae** oder **Walzen-Rostpilze** zeichnet sich durch ungestielte, einzelnstehende (Abb. 30, A 2), zu Reihen angeordnete (Abb. 30, B 3) oder mit den Nachbarreihen zu walzenförmigen Körpern verbundene (Abb. 30, D 2) Teleutosporen aus, die einzeln zu einer deutlich mehrzelligen Basidie auskeimen. Von den etwa 14 Gattungen sind die meisten Tropenbewohner und nur in wenigen Arten bekannt.

Bemerkenswert sind nur Cronartium, Chrysomyxa und die häufig als Vertreter einer besonderen Familie der Endophyllaceae angesehene Gattung Endophyllum. Die Gattung Cronartium oder Walzen-Rost, die etwa zehn Arten umfaßt, zeichnet sich durch das von einer blasenförmigen Pseudoperidie umgebene Äzidiosporenlager und die zu zylindrischen oder haarförmigen, bei einigen Arten 1—3 cm langen Säulen verbundenen, trocken-hornartigen Teleutosporen aus, die auf verschiedenen Wirtspflanzen vorkommen. Am bekanntesten ist das auf Cynanchum vincetoxicum wachsende C. asclepiadeum, der Walzen-Rost der Schwalbenwurz (Abb. 30, D 2), da sein Äzidium einen der häufigsten Blasen-Roste der Kiefer, Peridermium pini genannt (Abb. 30, D 1), darstellt; letzteres tritt als unregelmäßig geformte, orangegelbe, von der Pseudoperidie gebildete Blasen an jüngeren Ästen auf, und zwar brechen, da das Myzel perenniert, in jedem Frühjahr an derselben Stelle neue Äzidien hervor; die Rinde wird hierdurch rauh, das Holz verkient, und es entstehen häufig längliche, oft gedrehte, als Kienzöpfe bekannte Wülste; man bezeichnet die Krankheit auch als Kiefern-Krebs oder Kiefern-Räude. Eine andere, auf Blättern von Ribes wachsende Art, der Johannisbeer-Rost, C. ribicolum (Abb. 30, C), der den kultivierten Arten oft sehr schädlich wird, hat seine Äzidienform (Peridermium strobi) auf der Weimutskiefer. Die Gattung Chrysomyxa, der Gold-Rost, deren Teleutosporen aus dichten Lagern einfacher oder verzweigter Zellreihen bestehen, bewohnt Erikazeen, und zwar entweder diese allein, indem sie ausschließlich Teleuto- und Uredosporen hervorbringt, oder sie entwickelt außerdem noch Äzidien auf Koniferen. So ist der Gold-Rost der Alpenrose, Ch. rhododendri, auf den Alpenrosen verbreitet, auf deren Blattunterseiten er gelbe Flecke hervorruft (Abb. 30, B 2), während das dazugehörige, von einer Pseudoperidie umgebene Accidium abietinum, der Fichtennadel-Becher-Rost, auf Fichtennadeln wächst und jüngere Bäume sogar zum Absterben bringen kann. Auf der Alpenrose erhält sich der Pilz aber auch lediglich durch Uredosporen, namentlich beim Fehlen von Fichten in der Umgegend. In der Ebene tritt Ch. ledi, der Gold-Rost des Sumpfporstes, Ledum palustre, an die Stelle der Alpenrose. Endophyllum, der Reihensporen-Rost, der in zwei Arten auf Krassulazeen, in einer auf Wolfsmilcharten wächst, ist nur in der Form der zu langen Reihen angeordneten Teleutosporen bekannt, deren Lager von halbkugeligen Pseudoperidien umhüllt sind. E. sempervivi, der Rost der Hauswurz (Abb. 30, A), bewirkt Verlängerungen der Blätter von Sempervivum und Echeveria, E. sedi, der Rost des Mauerpfeffers, Verdickung der Blätter und Stengel von Sedum; E. euphorbiae silvaticae ruft Verdickung, Verkürzung und Verbreiterung der Blätter von Euphorbia amygdaloides hervor.

Die Familie der **Pucciniaceae** oder **Echten Rostpilze** zeichnet sich durch gestielte, selten mit den Nachbarn verbundene, meist mehrzellige Teleutosporen (Abb. 30, Q, R, S) aus, deren einzelne Zellen zu mehrzelligen Basidien auskeimen (Abb. 30, B 3). Von den etwa 13 Gattungen sind mehrere nur in den Tropen verbreitet. Es gehören hierzu die schädlichsten Arten sämtlicher Rostpilze.

Zu Köpfchen vereinigte Teleutosporen hat die Gattung Sphaerophragmium oder Zellkugelsporen-Rost (Abb. 30, S), die in zwei Arten in den Tropen auf Leguminosen vorkommt. Ravenelia, der

Blasenkopfsporen-Rost, hat aus mehreren Hyphen gebildete Teleutosporenstiele sowie Teleutosporenköpfchen, deren unterste Zellen aus farblosen sterilen Zysten bestehen; er ist gleichfalls auf wärmere Gegenden beschränkt, wo er Leguminosen und Euphorbiazeen befällt. Triphragmium, der Dreiwandsporen-Rost, mit dreizelligen Teleutosporenköpfchen (Abb. 30, R), findet sich auf Spiraea ulmaria, Meum-Arten und nichteuropäischen Araliazeen. Phragmidium, der Querwandsporen-Rost, mit reihenförmig angeordneten Teleutosporenzellen (Abb. 30, Q), bewohnt in etwa 26 Arten Rosengewächse, besonders Rubus, Rosa und Potentilla, zum Teil auch in Deutschland. Zur Gattung Hemileia, dem Halbglattsporen-Rost, der sich durch einzellige Teleutosporen und zur Hälfte glatte Uredosporen (Abb. 30, O) auszeichnet und in drei Arten auf tropischen Rubiazeen wächst, gehört vor allem H. vastatrix, die den schon oben erwähnten gefürchteten Kaffee-Rost verursacht.

Für Deutschland sowie die ganze gemäßigte Zone besonders wichtig sind die drei Gattungen Gymnosporangium, Uromyces und Puccinia.

Gymnosporangium, der Gallertsporen-Rost, bewohnt mit seinen 14 Arten in der Teleutosporenform ausschließlich Kupressineen, vor allem Juniperus-Arten, doch kommen auch auf Cupressus und Chamaecyparis einzelne Arten vor. Diese Gattung verursacht an den Zweigen der Wirtspflanzen gewöhnlich spindelförmige oder kugelige holzige Anschwellungen, aus denen die Teleutosporen oft als gallertige, im trockenen Zustande knorpelige Klumpen, Zungen, Hörner oder Lappen heraustreten (Abb. 30, K 1); es beruht diese Erscheinung auf einem Verquellen der Stiele und äußeren Membranschichten der zwei- bis mehrzelligen Teleutosporen. Vogelnestartige Hexenbesen erzeugt G. nidus avis auf Juniperus virginiana. Die dazugehörigen, gewöhnlich von einer flaschenförmigen, zylindrischen oder krugförmigen Peridie umgebenen, Roestelia oder Gitter-Rost genannten Äzidien bewohnen die Blätter und jungen Früchte von apfelfruchtartigen Kernobstgewächsen, Pomoideen, an denen sie als rotgelbe, namentlich an der Unterseite der Blätter stark hervortretende Lager sehr auffällig sind. Uredosporen fehlen, die Pykniden sind kreisel- oder krugförmig.

Besonders häufig bzw. schädlich sind Roestelia cornuta, der Ebereschen-Gitter-Rost (Abb. 30, L), auf Sorbus aucuparia als Äzidienform des den Wacholder bewohnenden Gymnosporangium juniperinum, Roestelia lacerata, der Weißdorn-Gitter-Rost (Abb. 30, K 2) auf Weißdorn und anderen Crataegus-Arten, zu dem gleichfalls den Wacholder bewohnenden G. clavariaeforme (Abb. 30, K 1) gehörig; als dritte Art findet sich auf Wacholder G. tremelloides, dessen Äzidien, Roestelia penicillata, der Apfel-Gitter-Rost, durch pinselförmig zerfaserte Pseudoperidien ausgezeichnet, zuweilen die Apfelbäume sehr schädigen. Der Birnbaum wird mehr von Roestelia cancellata, dem Birn-Gitter-Rost, befallen. Der Name Gitter-Rost rührt von den gitterartigen Querstreifen her, die beim Aufbrechen der kugeligen Pseudoperidien verbleiben. Besonders viele Arten parasitieren auf Juniperus virginiana, dem virginischen Wacholder, und auf amerikanischen Pomoideen, darunter auch das autözische G. bermudianum. Das Hauptmittel zur Bekämpfung dieser den Fruchtgärten schädlichen Gitter-Rost-Arten ist die Entfernung der Juniperus-Arten aus ihrer Nähe.

Die Gattung Uromyces oder Schwanz-Rost ist in 250 Arten bekannt und zeichnet sich durch einzellige, ringsum warzige oder stachelige Sporen aus; diese sitzen auf gesonderten Stielen, die beim Abfallen an der Spore wie ein Schwanz haften bleiben. Es sind bisher nur wenige heterözische Arten bekannt, von vielen Teleutosporenformen kennt man aber die Äzidien noch nicht, wie auch noch viele der isoliert bekannten Äzidien in diese Gattung gehören mögen. Von anderen Arten sind freilich beide Formen, oder auch noch die Uredosporen, auf den gleichen Pflanzen bekannt geworden.

Zu den autözischen Arten gehört U. betae, welche die Rostkrankheit der Zucker- und Futterrüben veranlaßt, ferner U. fabae, der Rost der Saubohne, Wicke usw., U. trifolii auf Klee, U. appendiculatus auf Bohnen, U. polygoni auf Knöterich und viele andere mehr. Von den heterözischen Arten sind am schädlichsten U. pisi (Abb. 30, M 2), der rostbraune bis schwärzliche Erbsen-Rost, sowie U. striatus, der Esparsette-Rost, Arten, die übrigens auch andere Leguminosen befallen, und deren Äzidien,

Aecidium euphorbiae genannt, auf Euphorbia cyparissias (Abb. 30, M 1) eigenartige Verdickungen, Verkürzungen und Verbreiterungen der befallenen Blätter veranlassen. Sehr häufig sind auch die auf Gräsern lebenden U. dactylidis und U. poae, deren Äzidien Ranunkulazeen bewohnen.

Nahe verwandt ist dieser Gattung Puccinia, der Zweizellsporen-Rost, dessen Teleutosporen aber meist zweizellig, nur selten drei- bis vier- oder einzellig sind; sie stehen in Lagern, die oft dicht von Paraphysen umgeben sind. Diese Gattung ist mit etwa 700 Arten bei weitem die artenreichste der Ordnung, und zu ihr gehören neben einer großen Anzahl heterözischer Arten noch weit mehr autözische oder nur unvollständig bekannte Arten.

Von den autözischen Arten sind den Nutzpflanzen vor allem schädlich P. helianthi, der Rost der Sonnenblume, ein aus Amerika stammender, erst in den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts von Rußland her in Deutschland eingedrungener Pilz, der die Kultur der Sonnenblume stellenweise fast unmöglich macht; ferner P. asparagi, der Spargel-Rost, P. porri, der Lauch-Rost, auf den verschiedensten Allium-Arten, P. tragoponis, der Schwarzwurzel-Rost, P. apii, der Sellerie-Rost, P. menthae, der Minzen-Rost, auf vielen Labiaten, besonders auf Minze-Arten; alle verursachen ebenso wie P. violae auf Veilchen Verkrümmungen und Auftreibungen. Starke Mißbildungen bewirkt auch P. fusca, der Anemonen-Rost, während P. suaveolens, der Distel-Rost, bei der Ackerdistel die Farbe der Blätter bleicher und ihre Form weniger zerschlitzt macht sowie die Blütenbildung hindert.

Die heterözischen Arten bewohnen mit ihren Teleutosporen-Generationen im wesentlichen Gramineen und Zyperazeen, einige auch Junkazeen und Polygonazeen, während die zugehörigen Äzidien auf den verschiedensten Phanerogamen wachsen, dagegen die sonst als Sitz der Äzidien so beliebten Koniferen meiden. Bei weitem die wichtigsten Arten sind die schon oben bezüglich ihrer wirtschaftlichen Bedeutung gewürdigten Getreideroste. Es sind die drei Arten Puccinia graminis, P. rubigo vera und P. coronata, die alle wieder in Unterarten und in biologische Arten zerfallen.

P. graminis, der Schwarz-Rost des Getreides (Abb. 30, P), tritt auf allen Getreidearten auf und entwickelt seine Äzidienform (Accidium berberidis) auf Blättern und Früchten der Berberitze (Abb. 30, P 5). Man rottet daher die Berberitze möglichst in der Umgebung der Getreidefelder aus, wenngleich ein völliges Verschwinden des Rostes dadurch nicht erzielt wird. Als Unterart ist P. phlei pratensis anzusehen, die ohne Äzidien-Bildung auf wild wachsenden Gräsern vorkommt. Noch schädlicher vielleicht ist P. rubigo vera, die besonders Roggen und Weizen, weniger den Hafer angreift. Man unterscheidet bei ihr drei Unterarten, den Gelb-Rost, P. glumarum, der keine Äzidien-Form zu entwickeln scheint und vor allem Weizen, Roggen und Gerste befällt, den Braun-Rost, P. dispersa, dessen Roggenform seine Äzidien auf Anchusa, der Ochsenzunge, hervorbringt, während sich die Weizenform ohne Äzidien entwickelt, und schließlich den Zwerg-Rost, P. simplex, der auf Gerste wächst.

Puccinia coronata, der Kronen-Rost, der sich durch eine Anzahl fingerartiger Membranfortsätze auf den Teleutosporen auszeichnet, bewohnt in der einen Unterart, P. coronifera, den Hafer, auf dessen Blättern er punkt- oder strichförmige Lager bildet, während seine Äzidien-Form auf Rhamnus cathartica, dem gemeinen Kreuzdorn, wächst. Die andere Unterart, die eigentliche P. coronata, lebt dagegen auf anderen Gräsern, auf deren Blättern die Teleutosporen unregelmäßige Ringe um ein Uredo-Lager bilden, während die Äzidien-Form auf Rhamnus frangula, dem Faulbaum, wächst.

Schließlich sei noch erwähnt, daß es zahlreiche Äzidien- und Uredo-Formen gibt, deren Zugehörigkeit zu den auf den Teleutosporen basierenden Gattungen sich nicht feststellen läßt.

Hierzu gehören auch einige Gallen erzeugende exotische Becher-Roste, wie z. B. Aecidium Englerianum (Abb. 30, J) auf Clematis in Ostafrika, Ac. bulbifaciens auf Loranthus in Chile, Ac. resinicolum auf Rafnia in Südafrika, ferner Ac. corruscans, das in Skandinavien auf der Fichte dicke, von kurzen, breiten, bleichen Nadeln bedeckte Triebe verursacht, die gegessen werden. An Fichtenzapfen wächst Ac. strobilinum (Abb. 30, G), das auf der Innenseite der Schuppen viele, von kugeligen Pseudoperidien umhüllte Äzidien hervorbringt, sowie Ac. conorum, das auf der Außenseite der Schuppen als flache, unregelmäßig geformte, 4—6 mm breite Lager auftritt. Auch von den als Peridermium bezeichneten Blasen-Rosten der Koniferen ist noch ein Teil bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu Teleutosporen aufzuklären, ebenso manche der Caeoma genannten Äzidien ohne Pseudoperidie, wie z. B. C. deformans (Abb. 30, F).

Zu den isolierten Uredo-Formen gehören der auf der Kokospalme in Südamerika vorkommende Uredo palmarum, der Palmen-Rost, die einzige bisher bekannte Uredinee der Palmen, mehrere auf Farnen wachsende Arten sowie Uredo manihotis, welche die Beulenkrankheit des Cearakautschuks verursacht.

Ordnung 2:

Auriculariineae oder Ohr-Pilze.

Die Auriculariineae unterscheiden sich von den Uredineïneae durch die saprophytische Lebensweise und die unmittelbar dem Myzel entspringenden Basidien. Das Myzel wird von Hyphen gebildet, die durch Querwände gefächert sind und häufig schnallenartige Verzweigungen aufweisen; es sitzt dem Substrat auf und dringt etwas in dieses ein. Die Fruchtkörper bestehen bei einigen Gattungen aus wenig differenzierten, aus lockerem Hyphengeflecht zusammengesetzten werg- oder wachsartigen, zuweilen auch schleimigen Fruchtlagern.



Abb. 31: Ohr-Pilze (Auriculariineae) und Zitterpilze (Tremellineae).

A Auricularia delicatula: Habitus.
B Auricularia auricula Judae: Habitus.
C Auricularia species: Habitus.
D Pilacre Petersii: 1 Habitus, nat. Größe; 2 Myzelfaden mit Basidien; 3 Konidienträger.
E Sirobasidium Brefeldianum: 1 Reifer Pilz, stark vergrößert; 2 Basidienkette; 3, 4 hefeartige Sprossung der Konidien.
F Tremella mesenterica: Habitus.
G Tremella lutescens: 1 Habitus; 2 Durchschnitt des Hymeniums mit Basidien; 3 hefeartige Sprossung der Konidie.
H Exidia glandulosa: 1 Habitus; 2 Basidie; 3 gestielte Konidie; 4 keimende Konidie mit hakenförmigen sekundären Konidien.
J Ulocolla foliacea: 1 Habitus; 2 Myzel mit Konidien.
K Tremellodon gelatinosus: Habitus.

Gewöhnlich sind sie dagegen im feuchten Zustande gallertartig, eine Folge des Aufquellens der äußersten Schicht der Hyphenmembran; beim Austrocknen ziehen sie sich zu einer papierdünnen Haut zusammen. Die Basidien stehen zuweilen zerstreut oder gruppenweise; in den meisten Fällen ist aber ein geschlossenes Hymenium vorhanden und überzieht den flachen oder muschel- bzw. ohrenförmig gewölbten (Abb. 31, A, B), manchmal auch einseitig gestielten (Abb. 31, C) oder hutförmigen (Abb. 31, D 1) Fruchtkörper als glatte, faltige oder wabige (Abb. 31, B), entweder freiliegende oder von einer Peridie bedeckte Schicht. Die von den Hyphen durch eine Zellwand getrennten, meist dicht gedrängten, selten von Paraphysen unterbrochenen Basidien bestehen aus vier etwa gleichgroßen Zellen, von denen sich jede in

ein Sterigma fortsetzt, an dem eine Konidie abgeschnürt wird (Abb. 31, D 2). Als Nebenfruchtform sind noch verschiedene Arten von Konidien bekannt (Abb. 31, D 3), die zuweilen kopfförmig angeordnet sind oder aber auch reihenförmig gebildet und abgestoßen werden.

Die etwa neun meist artenarmen, zusammen gegen 50 Spezies umfassenden Gattungen sind zum größeren Teil nur aus den Tropen bekannt, wo es wahrscheinlich noch viele bisher übersehene Formen geben wird, da allein ein kleines Waldgebiet in Südbrasilien eine Anzahl neuer Gattungen geliefert hat. Die meisten Arten bewohnen faulendes Holz, einige finden sich an alter Rinde, auf Mist, auf faulenden Kartoffeln sowie an Moosstielen oder -kapseln. Man teilt die Ordnung in zwei Familien, die Auriculariaceae und die Pilacraceae.

Die Familie der **Auriculariaceae** oder **Ohr-Pilze** hat kein oder ein freiliegendes Hymenium auf wergartigem, krustigem oder gallertigem, nicht deutlich gestieltem Fruchtkörper.

In Deutschland findet sich neben kleineren Gattungen mit wergartigen oder wachsartigen, flachen oder gewölbten Fruchtkörpern mit mehr oder weniger ausgebildetem Hymenium vor allem die Gattung Auricularia, der Ohrpilz, mit gallertig festen, flachen, muschel- (Abb. 31, B) oder hutförmigen (Abb. 31, A) Fruchtkörpern und ausgebildetem, oft wabigem Hymenium. Diese größere Pilze umfassende und daher nicht leicht zu übersehende Gattung ist über die ganze Erde verbreitet und in vielen, wohl großenteils zusammenfallenden Arten beschrieben worden. Am bekanntesten ist das Judasohr, A. auricula judae (Abb. 31, B), das wie die anderen Arten gegessen wird, namentlich von den Chinesen, die ja an gallertigen Speisen besonderes Gefallen finden; die getrockneten Pilze dieser Gattung sind daher in Ostasien ein Handelsartikel und werden dort weither eingeführt.

Die Familie der **Pilacraceae** oder **Hüllkopf-Pilze** unterscheidet sich durch kopfige oder Scheiben bildende gestielte Fruchtkörper, die von einer bei der Reife zerfallenden Peridie umhüllt sind. Hierher gehören drei Gattungen kleiner, wenige Millimeter hoher Pilze, Pilacrella, Pilacre (Abb. 31, D) und Stilbum, die meist auf moderndem Holze wachsen. Sie haben sämtlich auch in Deutschland Vertreter.

Ordnung 3:

Tremellineae oder Zitter-Pilze.

Die Zitter-Pilze haben meist durch zwei über Kreuz stehende Längswände in vier Zellen zerlegte Basidien (Chiastobasidien), deren jede, zuweilen erst auf langem Sterigma (Abb. 31, G 2, H 2), eine Konidie abschnürt. Im übrigen ist diese Ordnung der vorigen sehr ähnlich und wiederholt sowohl dem Aussehen nach als auch bezüglich der inneren Struktur die dort beschriebenen Formen. Es gibt wergartige, krustige und gallertige Fruchtkörper von flacher, muscheliger und hutförmiger Gestalt, mit glattem, wabigem, übrigens auch zuweilen stacheligem Hymenium, das entweder offen liegt oder bedeckt ist. Sterile Hyphen zwischen den Basidien sind ziemlich häufig und treten oft in Büscheln auf, die schon mit bloßem Auge als kleine Höcker kenntlich sind. Nebenfruchtformen finden sich wiederum in verschiedenen Modifikationen als Köpfchen (Abb. 31, J 2), Häkchen (Abb. 31, H 4) und hefeartige Sprossungen (Abb. 31, E 3, 4, G 3), die hier sogar in Ermangelung anderer Charakteristika als Unterscheidungsmerkmale der Gattungen verwendet werden.

Die 14 Gattungen mit etwa 100 Arten sind meist arm an Arten. Eine Reihe von ihnen ist bisher nur aus den Tropen, zum Teil nur aus Südbrasilien, bekannt; es sind Saprophyten, die faulendes Holz bewohnen. Sie zerfallen in drei Familien, die Sirobasidiaceae, die Tremellaceae und die Hyaloriaceae.

Die Familie der **Sirobasidiaceae** oder **Schnurbasidien-Pilze** bildet einen Übergang

zu den quergeteilten Basidien, indem die Basidien hier zuweilen nur durch eine schräge Wand in zwei halb übereinanderliegende Zellen geteilt werden, die demnach auch nur zwei Konidien hervorbringen. Im übrigen werden hier die Basidien reihenweise angelegt (Abb. 31, E2); die Konidien keimen häufig hefeartig aus. Die Familie enthält nur eine im tropischen Amerika heimische Gattung, Sirobasidium. Es sind kleine, glasige, weiße, an faulem Holze sitzende Pilze mit frei ausstrahlenden gestielten Basidien-Reihen.

Die Familie der **Tremellaceae** oder **Zitter-Pilze** zeichnet sich durch ein frei die Oberfläche des Fruchtkörpers bedeckendes Hymenium aus, die Basidien stehen einzeln, nicht in Reihen, und sind typisch durch Längswände in vier Zellen zerlegt. Die zwölf Gattungen haben zum Teil häutige oder krustige, auch glasige, zuweilen sogar wachsartige oder fleischige, dem Substrat angeschmiegte Fruchtkörper, während andere Gattungen, und zwar die auffallenderen und daher bekannteren, muschel-, knollen-, kreiselförmige oder fast kugelige, vielfach gefaltete Fruchtkörper von fleischiger, gallertiger oder knorpeliger Konsistenz haben.

Manche Formen sehen aus wie zerknittertes Papier, z. B. der blätterige Krausgallert-Pilz, Ulocolla foliacea (Abb. 31, J), ein brauner, namentlich an alten Koniferen weitverbreiteter Pilz; einige haben ohrartiges Aussehen, z. B. der gelbliche Zitterpilz, Tremella lutescens (Abb. 31, G), oder der drüsige Lappenpilz, Exidia glandulosa (Abb. 31, H), andere haben gehirnartig gewundene Fruchtkörper, so der Hirn-Zitterpilz, Tremella mesenterica (Abb. 31, F), oder sie ähneln dem zu den Rotalgen gehörenden Irischen Moos (vgl. S. 78), Chondrus crispus, so Tremella fuciformis. Durch das stachelige Hymenium und die Kappenform erinnert der gelatinöse Zahn-Zitterpilz oder Eispilz, Tremellodon gelatinosus (Abb. 31, K), an Hydnum (vgl. S. 154). Diese vier Gattungen sowie einige minder wichtige sind auch in Deutschland vertreten, die wichtigste, d. h. die auffallendste und artenreichste Gattung ist aber Tremella, wegen der zitternden Bewegungen der gallertigen Formen als Zitterpilz oder Zitterling bekannt, mit etwa 20, und Exidia, der Lappenpilz, mit 10 Arten, beide mit unregelmäßig gewundenen, an Gekröse oder Hirn erinnernden oder auch mit schüsselförmigen Fruchtkörpern, erstere mit kugeligen oder ellipsoidischen, letztere mit zylindrischen Sporen. Gestielte, trichterförmige Fruchtkörper hat der weitverbreitete und eßbare rotbraune Gallertpilz, Gyrocephalus rufus.

Die Familie der **Hyaloriaceae** oder **Stielkopf-Pilze** hat kopfige gestielte, von einer Peridie bedeckte Fruchtkörper wie die Pilacraceae, aber mit typischen längsgeteilten Basidien. Die einzige, nur eine Art enthaltende Gattung, Hyaloria, ist bisher nur aus Südbrasilien bekannt.

Reihe 2:

Autobasidiomycetes oder Echte Basidienpilze.

Die bei weitem größte Zahl der Basidienpilze gehört zu dieser Reihe, die sich durch einzellige Basidien auszeichnet. Sie zerfällt in neun Ordnungen, unter denen die Dacryomycetineae durch lange, keulige, in zwei Sterigmen sich teilende Basidien charakterisiert sind, während die Tulasnellineae umgekehrt gerundete Basidien ohne Sterigmen haben. Alle anderen Ordnungen haben kurzkeulige Basidien mit dünnen Sterigmen. Ein freies Hymenium findet sich bei den Exobasidiineae und den Hymenomycetineae, bei letzteren sitzt es jedoch an einem differenzierten Fruchtkörper. Bei den übrigen fünf Ordnungen werden die Basidien im Inneren des Fruchtkörpers angelegt, und zwar bei den Phallineae in einer besonderen Gewebsschicht (Gleba), die bei der Reife emporgehoben wird, wogegen bei den anderen Familien keine solche Streckung stattfindet. Während bei den Sclerodermineae die Basidien im Fruchtkörper unregelmäßig verteilt oder zu Knäueln vereinigt sind, kleiden sie bei den letzten drei Familien, zu Fruchtlagern (Hymenien) vereinigt, besondere Kammern aus; diese Kammern trennen sich bei den Nidulariineae zur Zeit der

Reife voneinander, während sie bei den Hymenogastrineae und Lycoperdineae dauernd vereinigt sind. Erstere haben im fleischig bleibenden Fruchtkörper kein Kapillitium, letztere sind bei der Reife von einer pulverigen Sporenmasse sowie von Kapillitium erfüllt.

Ordnung 1:
Dacryomycetineae oder Zweispor-Basidienpilze.

Die Dacryomycetineae zeichnen sich durch lang-keulige Basidien, nach der Kernteilungsrichtung Stichobasidien, mit zwei langen Sterigmen aus, denen zwei große Konidien (Sporidien) aufsitzen (Abb. 32, A 3, B 4). Vor der Keimung teilen sich diese Basidiosporen in mehrere, zuweilen sogar mauerförmig angeordnete Zellen (Abb. 32, B 3); die Keimschläuche erzeugen abermals Konidien (Abb. 32, B 2) oder wachsen in Konidien tragendes Myzel aus; auch gemmenförmige Chlamydosporen hat man beobachtet.

Die einzige Familie, die der **Dacryomycetaceae** oder **Zweispor-Basidienpilze,** besteht aus kleinen Pilzen, die saprophytisch besonders auf faulendem Holze leben; ihr Myzel durchzieht das Substrat, die Fruchtkörper sind von gallertiger bzw. knorpeliger oder auch wachsartiger Konsistenz. Die Basidien sind palisadenförmig zu einem Hymenium angeordnet, das den Fruchtkörper oder Teile desselben überzieht.

Es sind etwa 140 Arten, darunter 25 in Deutschland, bekannt, die in mindestens sieben Gattungen verteilt werden. Ihre Unterschiede beruhen hauptsächlich auf der Form der Fruchtkörper. Bei einigen sind diese flach ausgebreitet, andere haben kissenförmige, wiederum andere schüsselförmige und gestielte oder aber zungen-, keulen-, kopf-, pfriemen- oder geweihartige Fruchtkörper. Die größte Gattung ist Dacryomyces, der **Tränen-Gallertpilz**, mit über 50 Arten und zitternd gallertigen, zuweilen tropfenförmigen, gewöhnlich aber kissenartigen, auf der Oberfläche gewundenen Fruchtkörpern. Verbreitet sind auch die Gattungen Ditiola, der **Fleisch-Knorpelpilz** (Abb. 32, A), mit gestielt scheibenförmigen, knorpelig-fleischigen, und Guepinia, der **Gallert-Knorpelpilz** (Abb. 32, B), mit becher- oder spatelförmig gallertigen, trocken dagegen knorpeligen Fruchtkörpern. Auch Calocera, der **Horn-Knorpelpilz**, ist häufig mit pfriemlichen oder an Clavaria (vgl. S. 154) erinnernden geweihartigen, knorpeligen, im trockenen Zustande hornigen Fruchtkörpern; der in Deutschland an Baumwurzeln wachsende goldgelbe **klebrige Hörnling**, C. viscosa, ist zwar zäh, aber doch genießbar.

Ordnung 2:
Tulasnellineae oder Rund-Basidienpilze.

Die kleine Ordnung der Rund-Basidienpilze ist charakterisiert durch gerundete Basidien und sitzende Konidien (Basidiosporen); diese Sporen keimen auf der Basidie und erzeugen ihrerseits wieder Konidien. Die einzige Familie, die der **Tulasnellaceae** oder **Rund-Basidienpilze,** enthält nur wenige Gattungen, darunter Tulasnella und Muciporus, Pilze, die als Saprophyten auf faulendem Holz oder Rinde leben.

Ordnung 3:
Exobasidiineae oder Frei-Basidienpilze.

Die kurzen Basidien tragen vier, selten mehr, meist sichelförmige Konidien (Basidiosporen) auf kurzen Sterigmen (Abb. 32, D 3, E 3). Das Myzel parasitiert im Gewebe lebender Blätter und Stengel und durchbohrt auch die Zellen, die Basidien treten als palisadenförmiges Hymenium (Abb. 32, D 2) durch die Epidermis der Wirtspflanze heraus (Abb. 32, E 2), so daß die Basidiosporen im Freien gebildet werden. Bei der Keimung teilen sie sich in mehrere Zellen, die je einen kleinen Konidienträger mit spindelförmigen Konidien erzeugen (Abb. 32, E 4). Diese Konidien können in Nährlösungen hefeartig weitersprossen; auch auf der Nährpflanze finden sich zuweilen solche Konidien.

Die einzige Familie, die der **Exobasidiaceae** oder **Frei-Basidienpilze**, enthält zwei Gattungen, von denen Exobasidium 18, Microstroma 2 Arten zählt.

Die Gattung Exobasidium wächst vor allem auf Erikazeen (Abb. 32, C, E), aber auch auf Lorbeer (Abb. 32, D) und Steinbrech, und verursacht häufig gallenartige Auftreibungen, Hexenbesen oder andere



Abb. 32: Echte Basidienpilze (Autobasidiomycetes).

A Ditiola radicata: 1 Habitus; 2 einzelner Fruchtkörper, vergrößert; 3 Basidien.
B Guepinia: 1 G. merulina, Habitus; 2 G. Femsjoniana: Konidienbildung der keimenden Basidiospore; 3 sich teilende Basidiospore; 4 Basidie.
C Exobasidium rhododendri: Habitus.
D Exobasidium lauri: 1 Habitus; 2 Stück des Hymeniums; 3 Basidie.
E Exobasidium vaccinii: 1 Habitus; 2 Basidie; 3 Basidiospore; 4 Konidienbildung mit der keimenden Basidiospore.
F Tomentella flava: 1 Basidie; 2 Konidienbildung.
G Corticium coeruleum: 1 Habitus; 2 Basidie.
H Stereum hirsutum: Habitus.
J Thelephora terrestris: 1 Habitus; 2 Basidie.
K Thelephora sectio scyphophilus: Habitus.
L Typhula phacorrhiza: Habitus.
M Craterellus cornucopioides: Habitus.
N Cyphella Urbaniana: Habitus.
O Pterula subalata: Habitus.
P Clavaria abietina: Habitus.
Q Clavaria pistillaris: 1 Habitus; 2 Spore.

Mißbildungen. Das auch in Deutschland vorkommende E. rhododendri (Abb. 32, C) macht kugelige bis walnußgroße rotwangige Auswüchse, die in den Alpen als Alpenrosenäpfel bezeichnet werden; die kugeligen Gallen von Azalea viscosa werden in Nordamerika als Maiäpfel bezeichnet und gegessen. Das in Deutschland häufige E. vaccinii (Abb. 32, E) verursacht weiße oder rosafarbene Anschwellungen auf Blättern und Stengeln der Vaccinium-Arten, besonders der Preiselbeeren. Recht merkwürdig sind die aus den Lorbeerstämmen in Südeuropa herauswachsenden großen, geweihartig verzweigten, aus besonderer

Mark-, Holz- und Rindenschicht bestehenden Gallen, die E. lauri (Abb. 32, D) erzeugt. Die Gattung Microstroma, die sich durch sechssporige, büschelig aus den Spaltöffnungen tretende Basidien und ungeteilte Basidiosporen auszeichnet, bildet dagegen nur kleine, weiße Überzüge auf den Blättern von Eichen (M. album) sowie Walnuß (M. juglandis) und kommt mit beiden Arten auch in Deutschland vor.

Ordnung 4:

Hymenomycetineae oder Lager-Basidienpilze oder Schwämme.

Zu den Hymenomycetineae gehören überaus zahlreiche, zum Teil recht große, häufig als Schwämme bezeichnete Pilze, deren Fruchtkörper von sehr verschiedener Form sowie von holziger, lederiger, fleischiger oder häutiger, sogar zuweilen von spinnwebartiger Konsistenz sind; gallertartige Formen, wie sie die vorhergehenden Ordnungen in Menge enthalten, sind dagegen selten. Die kurz-keuligen Basidien mit kurzen, gewöhnlich in Vierzahl vorhandenen Sterigmen bilden palisadenartig angeordnete, deutlich differenzierte Lager (Hymenien), die entweder von Anfang an frei liegen oder doch zur Zeit der Sporenreife frei werden. Chlamydosporen treten zuweilen auf (Abb. 33, N 4), von Konidienformen meistens oidienartige Bildungen des Myzels (Abb. 33, D 4), manchmal freilich auch an besonderen Trägern sitzende Konidien. Öfters ist das Hyphengewebe des Fruchtkörpers recht differenziert, in einigen Familien finden sich Milchsaftgefäße sowie Farbstoffbehälter; auch Sklerotien sind nicht gerade selten.

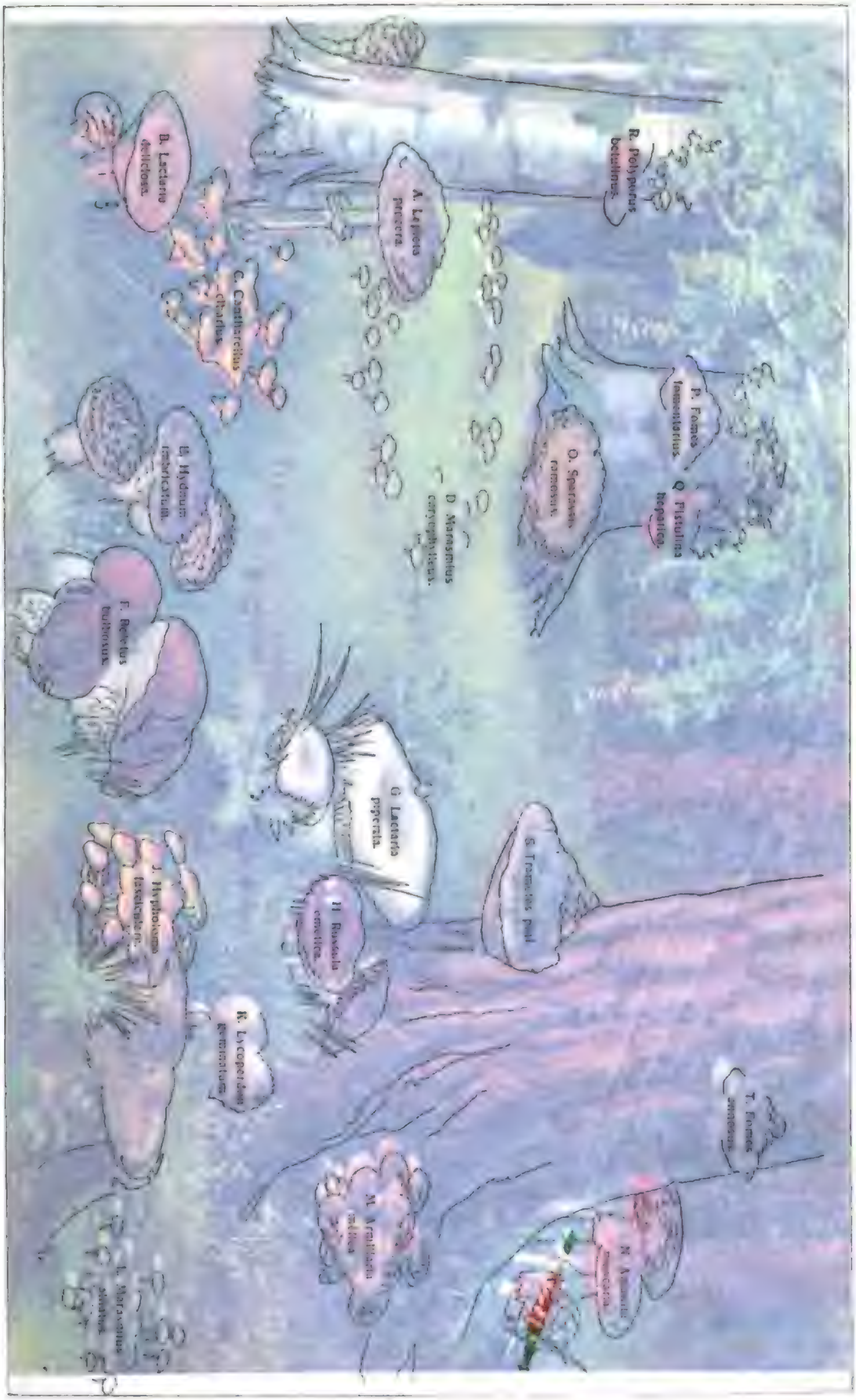
Von den fast 11000 bekannten Arten bewohnt die Mehrzahl die gemäßigten Zonen; die trockenen Gebiete sind artenarm, die Tropen noch relativ wenig durchforscht. Neben Formen von begrenzter Verbreitung gibt es auch solche, welche die gesamte warme bzw. gemäßigte Zone bewohnen, ja sogar einige Kosmopoliten.

Von den sechs Familien zeichnen sich die Hypochnaceae durch ihre spinnwebartigen, frei zutage liegenden Fruchtlager aus, die durch eine nur lockere Verflechtung der Hyphen entstehen, und auf denen sich auch die Basidien nur in lockerem Verbande befinden. Die übrigen fünf Familien haben feste, aus dicht verflochtenen Hyphen gebildete Fruchtkörper und dicht palisadenartig stehende Basidien, die als Hymenium die Tragschicht, das Hymenophor, des Fruchtkörpers überziehen. Das Hymenophor ist glatt, runzelig oder warzig bei den Thelephoraceae und Clavariaceae, während es bei den Hydnaceae Erhebungen (Warzen, Stacheln oder Platten), bei den Polyporaceae Röhren, Waben und labyrinthische Gänge, bei den Agaricaceae blattartige Falten oder Blätter bildet. Die Thelephoraceae und Clavariaceae unterscheiden sich hauptsächlich durch die Form und Textur der Fruchtkörper, die bei den ersteren häutig, lederig oder holzartig, bei den letzteren dagegen meist fleischig, selten knorpelig oder lederig ist; bei den ersteren sind die Fruchtkörper in der Regel flach, muschelförmig, seltener trichter- oder hutförmig, bei den letzteren keulenförmig, kopfförmig oder verästelt.

Die Familie der **Hypochnaceae** oder **Wergschwamm-Pilze** zeichnet sich aus durch die aus locker verflochtenen Hyphen bestehenden, flockigen, filzigen, wergartigen, zuweilen gallertigen, oftmals aber wie Schimmel oder Spinnwebe aussehenden, seltener häutigen oder dünn-fleischigen, das Substrat überziehenden kleinen Fruchtkörper. Diese sind häufig auffallend gefärbt, weiß, ocker- bis goldgelb, rosa, blaugrün, violett, zinnober- oder scharlachrot, in anderen Fällen freilich unscheinbar braun, grau oder gelbbraun. Die 2—6 Basidiosporen sind ungefärbt und glatt, nur bei Tomentella (Abb. 32, F 1) sind sie gefärbt und stachelig. Konidienformen finden sich gleichfalls (Abb. 32, F 2), in einzelnen Fällen auch kleine Sklerotien.

Die meisten Arten der sechs Gattungen wachsen an faulendem Holz, auf Erde und Rinde, so die artenreichen, auch in Deutschland stark vertretenen Gattungen Hypochnus oder Wergschwamm und Tomentella oder Filzschwamm (Abb. 32 F). Das goldgelbe Aureobasidium vitis, der Reben-Gold-Wergschwamm, wächst in Frankreich auf Wurzeln des Weinstockes, Urobasidium rostratum, der schnabelsporige Spinnwebschwamm, lebt sogar in den von der Exoaskazee Taphria cornu-cervi gebildeten Gallen des Farnes Aspidium aristatum.

[Zu Tafel 7.]


A. Lepiota procera
B. Lactaria deliciosa
C. Cantharellus cibarius
D. Marasmius caryophylleus
E. Hydnum imbricatum
F. Boletus bulbosus
G. Lactaria piperata
H. Russula emetica
J. Hypholoma fasciculare
K. Lycoperdon gemmatum
M. Armillaria mellea
O. Sparassis ramosa
P. Fomes fomentarius
Q. Fistulina hepatica
R. Polyporus betulinus
S. Trametes pini
T. Fomes annosus



Deutſche Waldlandſchaft mit Baſidien-Pilzen.

Die Familie der **Thelephoraceae** oder **Warzenschwamm-Pilze** hat sehr verschieden geformte, häufig ziemlich große, gewöhnlich lederige oder häutige Fruchtkörper. Diese sind flach und krustenförmig dem Substrat angewachsen, so z. B. bei Coniophora, Peniophora, Aleurodiscus und Corticium (Abb. 32, G), muschelförmig oder lappig, nur an einer Stelle befestigt, so bei vielen Hymenochaete-, Stereum- (Abb. 32, H) und Thelephora- (Abb. 32, J) Arten, hutförmig oder gestielt und lappig (Abb. 32, K) bei anderen Arten von Thelephora, halbkugelig oder zylindrisch bei Solenia, kreisel- oder trichterförmig bei Craterellus (Abb. 32, M) und Cyphella (Abb. 32, N). Das Hymenophor ist gewöhnlich glatt oder etwas warzig und runzelig, selten von stachelartigen Warzen bedeckt, die Basidien sind normalerweise keulig und tragen vier meist glatte, manchmal aber stachelige Basidiosporen (Abb. 32, G 2, J 2), deren Außenmembran farblos oder gefärbt ist; bei einigen Gattungen stehen zwischen den Basidien längere, hervorragende, zuweilen sternförmig verzweigte (Asterostroma) oder mehrzellige (Bonia), Zystiden genannte Borsten.

Von den etwa 22 Gattungen kommen die obenerwähnten zehn auch in Deutschland vor, von den übrigen sind die meisten nur aus den Tropen bekannt. Von der Gattung Corticium oder Krustenschwamm sind schon 250 Arten aus der ganzen Welt beschrieben worden. Sie bilden häutige, lederige, fleischige, häufig beinahe wachsartige, zuweilen gallertige Krusten auf alten Stümpfen und modernden Zweigen und sind teilweise sehr auffallend gefärbt: C. cruentum blutrot, C. polygonium fleischfarben, C. coeruleum (Abb. 32, G) schön blau. C. javanicum ist ein Schädling des Kaffeebaumes, der Stamm und Äste als gelbliche Membran überzieht. Die Gattung Coniophora, der Staub-Lederschwamm, mit 40 Arten ist gleichfalls weit verbreitet. C. cerebella hat etwas Ähnlichkeit mit dem Hausschwamm und wird mit ihm verwechselt, da er sich in Kellern, Bergwerken usw. findet; er richtet jedoch keinen besonderen Schaden an.

Von den 95 Arten der Zystiden tragenden Gattung Hymenochaete oder Borstenhautschwamm sind nur drei, von den 240 Arten der Gattung Stereum oder Lederschwamm dagegen 30 in Deutschland gefunden worden. Stereum hirsutum, der rauhhaarige Lederschwamm (Abb. 32, H), bräunt das Holz der Eiche in ringförmigen Partien, wodurch sogenannte Mondringe entstehen. Eine andere Art, S. sanguinolentum, färbt sich bei Berührung des Hymeniums blutrot. Die Gattung Thelephora oder Warzenschwamm enthält 150 Arten von sehr verschiedener Gestalt (Abb. 32, J, K), darunter manche große und etwa 18 deutsche Pilze; sie unterscheidet sich von Stereum dadurch, daß der Fruchtkörper nur aus einer Schicht besteht. Die in 36 Arten bekannte Gattung Craterellus oder Trichterschwamm (Abb. 32, M) hat wie die etwa 138 Arten der Gattung Cyphella oder Fingerhutschwamm (Abb. 32, N) meistenteils becher- oder trichterförmige, häutige oder dünn-fleischige Fruchtkörper, die bei jener ihr Hymenium außen, bei dieser innen tragen. Der dicke, fleischige, kreiselförmige, später am Scheitel eingedrückte, in Nadelwäldern wachsende Craterellus clavatus, der keulige Trichterschwamm oder Schweinsohr, ist eßbar, ebenso die Laubwälder bewohnende Totentrompete, Cr. cornucopoides (Abb. 32, M).

Die Familie der **Clavariaceae** oder **Keulenschwamm-Pilze** steht der vorigen sehr nahe, hat aber mehr fleischige oder knorpelige Fruchtkörper, zuweilen von fast wachsartigem Aussehen; meist sind sie zylindrisch oder keulig (Abb. 32, L, Q) oder aber strauch- oder korallenförmig, seltener fadenförmig verzweigt (Abb. 32, O, P); manchmal haben sie die Formen gestielter Köpfe und Scheiben.

Von den neun saprophytisch auf faulendem Holz, dürren Stengeln usw. lebenden Gattungen haben fünf kleine ungeteilte Fruchtkörper, darunter drei artenarme solche mit gestielten Köpfchen und Scheiben, während zwei andere, auch in Deutschland vertretene, etwa 50 Arten enthaltende Gattungen, Pistillaria, der Stempelschwamm, und Typhula, der Kolbenschwamm, keulige Fruchtkörper haben; die Typhula-Arten entwickeln häufig zuerst kleine Sklerotien, aus denen dann die Fruchtkörper hervorsprossen (Abb. 32, L). Von den übrigen vier, durch meist verzweigte Fruchtkörper ausgezeichneten Gattungen ist Lachnocladium, der Wollastschwamm, mit lederigen oder papierartigen, dichtbehaarten Fruchtkörpern in etwa 40 Arten fast nur auf die Tropen beschränkt, während die fadenförmig verzweigte, an Strauchflechten erinnernde, knorpelige Fruchtkörper habende Gattung Pterula oder Strauchflechtenschwamm (Abb. 32, O) mit etwa 20 Arten auch die gemäßigte Zone bewohnt und selbst in Deutschland wächst.

Am auffallendsten sind die beiden Gattungen mit fleischigen Fruchtkörpern, Sparassis oder Strunkschwamm und Clavaria oder Keulenschwamm. Erstere bildet reichverzweigte Fruchtkörper mit meist dickem, in der Erde verborgenem Strunk und massenhaften dünnen, blattartig verbreiterten Verästelungen. Von den vier Arten sind drei nordamerikanisch, während Sp. ramosus, der Ziegenbart oder die Krause Glucke (Taf. 7, O), ein Bewohner der Kiefernstümpfe, auch in Deutschland stellenweise vorkommt und ein beliebter Speisepilz ist.

Von den etwa 270 Arten der Gattung Clavaria sind über 60 aus Deutschland und Österreich bekannt. Die fleischigen Fruchtkörper (Abb. 32, Q) sind großenteils ästig (Abb. 32, P), die Äste ziemlich rund, oft zerbrechlich und hohl; das Aussehen des Fruchtkörpers ist häufig korallenförmig oder strauchartig. Die Farbe ist gewöhnlich weiß oder gelb, doch gibt es auch orangefarbene, rötliche, violette, rotbraune oder rot geaderte Arten. Viele Arten sind eßbar, in Deutschland vor allem C. botrytis, flava, aurea, formosa; schädliche Arten gibt es nicht. Als Vulgärnamen findet man die Bezeichnungen Ziegenbart, Bocksbart, Judenbart, Bärentatze, Hahnenkamm, Hirschschwamm usw. für die ästigen Formen, während die ungeteilten, kolbigen oder fingerförmigen Arten als Händlinge bezeichnet werden.

Die Familie der **Hydnaceae** oder **Stachelschwamm-Pilze** zeichnet sich aus durch die Eigentümlichkeit des Hymenophors, Warzen, Höcker, Stacheln oder gezähnte Lamellen zu bilden, die von dem Basidienlager (Hymenium) überzogen sind. Die Gestalt und Textur der Fruchtkörper ist sehr mannigfaltig. Häufig überziehen sie als häutige oder fleischige Krusten das Substrat, oben vom Hymenium bedeckt, oder sie erheben sich am Rande etwas; in anderen Fällen sitzen sie als Scheiben an dem Substrat fest (Abb. 33, D), mit einer breiten Fläche oder mit einem schmalen Fuß, oft erheben sie sich aber auf einem Stiel, der an einer Seite oder ringsum einen scheibenförmigen oder gewölbten Hut trägt (Abb. 33, A, B), in einzelnen Fällen zerteilt sich der Stiel auch strauchartig oder korallenförmig (Abb. 33, C). Die Basidien sind kurz und erzeugen meist vier Sporen; sternförmige Zystiden finden sich bei der Gattung Asterodon; Zerfall des Myzels in oidienförmige Konidien (Abb. 33, D 4) ist bei vielen Gattungen konstatiert worden.

Von den 14 zum Teil recht artenreichen Gattungen kommen elf auch in Deutschland vor; sie unterscheiden sich hauptsächlich durch den Bau des Hymenophors. Die kleine Gattung Mucronella oder Pfriemen-Stachelschwamm hat Fruchtkörper, die nur aus pfriemenförmigen, nach unten gerichteten, wenige Millimeter langen Stacheln bestehen; häutige oder fleischige, die Unterlage überziehende Fruchtkörper finden sich bei den deutschen Gattungen Kneiffiella, dem Borsten-Stachelschwamm, mit borstigem, Phlebia, dem Runzel-Stachelschwamm, mit runzeligem, Grandinia, dem Warzen-Stachelschwamm, sowie Odontia, dem Zahn-Stachelschwamm, mit warzigem, und Radulum, dem Raspel-Stachelschwamm, mit stacheligem Hymenophor. Hericium, der Keulen-Stachelschwamm, zeichnet sich durch keulenförmige, nach oben sich in Stacheln teilende Fruchtkörper aus, während Hydnum, der Stachelschwamm oder Stacheling, und Phaeodon, der Braun-Stachelschwamm, Stacheln tragende (Abb. 33, A bis C), Irpex, der Eggen-Stachelschwamm, und Sistotrema, der Lamellen-Stachelschwamm, Zahnlamellen tragende (Abb. 33, D) fleischige oder lederige Hüte, Trichter, Scheiben oder verzweigte Äste haben. Die wichtigsten Gattungen sind Hydnum mit 260 sowie Irpex mit 70 Arten; je etwa 30 Arten weisen die Gattungen Kneiffiella, Grandinia, Odontia, Radulum auf, während die anderen ärmer an Arten sind.

Giftige Arten sind nicht bekannt, dagegen werden manche Arten der Gattungen Phaeodon und besonders Hydnum häufig gegessen, von letzterer vor allem H. repandum, der Stoppelschwamm, auch Süßling genannt, mit kahlem Hut (Abb. 33, B), H. imbricatum, der Habichtschwamm bzw. Rehpilz (Taf. 7, E), mit schuppigem Hut, ferner der sehr ästige H. coralloides oder Korallenschwamm (Abb. 33, C) sowie H. erinaceum, der Igelschwamm, mit seitlich angeheftetem, herzförmig zweilappigem, faserig zerschlitztem Fruchtkörper. Einen halbierten, gestielten, schwarzbraunen Hut hat der auf Tannen- und Fichtenzapfen häufige Ohrlöffelschwamm, H. auriscalpium (Abb. 33, A).

Die Familie der **Polyporaceae** oder **Löcherschwamm-Pilze** ist gekennzeichnet durch das Hohlräume bildende Hymenophor, und zwar haben die Vertiefungen die Form von Falten, Gruben, Röhren, Waben oder labyrinthischen Gängen; sie sind vom Hymenium

überzogen, das aus kurzkeuligen Basidien mit meist vier Basidiosporen besteht (Abb. 33, D3, G2, N3), zuweilen mit pfriemlichen Zystiden dazwischen (Abb. 33, H2). Oidienförmige Konidien des Myzels (Abb. 33, D4), auf Trägern sitzende Konidien sowie Chlamydosporen



Abb. 33: Stachelschwamm-Pilze (Hydnaceae) und Löcherschwamm-Pilze (Polyporaceae).

A Hydnum auriscalpium.
B H. repandum.
C H. coralloïdes: 1 Habitus, verkleinert; 2 Zweigstück, vergrößert.
D Irpex lacteus: 1 Habitus; 2 Teil des Hymeniums, vergr.; 3 Basidie; 4 Myzel mit Oidien.
E Polystictus sacer.
F Polyporus versicolor.
G Fomes annosus: 1 Habitus; 2 Basidie; 3 keimende Konidie.
H Trametes pini: 1 Habitus; 2 Teil des Hymeniums mit Basidien und Zystiden.
J Lenzites betulina.
K Boletus subtomentosus.
L Favolus europaeus.
M Laschia Staudtii.
N Fistulina hepatica: 1 Habitus; 2 Teil des Hymenophors, natürliche Größe; 3 Basidie; 4 Chlamydosporenträger.

(Abb. 33, N 4) sind nicht selten. Die dieser Familie zugehörigen Pilze sind gewöhnlich ansehnlich. Selten sind sie krustenförmig und dem Substrat anliegend wie der Hausschwamm; gewöhnlich stellen sie seitlich angewachsene oder gestielte Scheiben bzw. Hüte dar (Abb. 33, F bis M), zuweilen haben sie zungen- oder spatelförmige Gestalt (Abb. 33, N). Die Konsistenz ist verschieden: es gibt gallert- oder wachsartige, saftig-weiche, fleischige, häutige, lederige und holzige Formen. Die Lebensweise ist meist saprophytisch, doch gibt es auch sehr schädliche Parasiten unter ihnen.

Man unterscheidet vier Unterfamilien, von denen die Meruliieae ein zuerst nur niedrige Falten bildendes Hymenophor haben; später verbinden sich die Falten zu weichwandigen Gruben und Gängen. Bei den drei anderen Unterfamilien finden sich tiefe Röhren, Waben oder gewundene Gänge, und zwar ist das Hymenium bei den Boleteae von deutlich anderer Struktur als die übrigen Teile des Fruchtkörpers und leicht von ihnen abtrennbar, während dies bei den Polyporeae und Fistulineae nicht der Fall ist. Diese unterscheiden sich wieder dadurch voneinander, daß bei ersteren die Röhren oder Waben miteinander verwachsen sind, während bei den Fistulineae die einzelnen Röhren frei stehen.

Die Unterfamilie der **Meruliieae** oder **Faltenschwamm-Pilze** umfaßt nur zwei Gattungen, von denen die eine, Mycodendron, der Etagerenpilz, in ihrer einzigen Art, M. paradoxum, Madagaskar bewohnt; wegen des etagenförmigen Aufbaues der von dem Stiele durchwachsenen Scheiben verdient dieser Pilz in der Tat das Beiwort „paradox“. Die zweite Gattung, Merulius oder Faltenschwamm, umfaßt über 60 Arten ungestielter weicher Pilze, die entweder halbiert hutförmig von der Unterlage abstehen oder sich dieser krustenförmig anschmiegen, und zwar tragen sie dann das meist rötlich, gelblich oder bräunlich gefärbte Hymenium auf der dem Substrat abgewandten Seite.

Von den etwa 14 in Deutschland an abgestorbenen Laub- oder Nadelhölzern vorkommenden Arten ist von enormer Wichtigkeit M. lacrymans, der Tränenschwamm, der sich mit Vorliebe auf nicht genügend ausgetrocknetem Bauholz entwickelt und hier den berüchtigten Hausschwamm darstellt, dessen Myzel das von ihm durchzogene Holz morsch macht. Er zeigt sich meist an abgeschlossenen, feuchten, licht- und luftlosen Orten, besonders auf Grundschwellen, an den Lagerhölzern oder Unterseiten von Fußböden, die auf feuchtem Boden ruhen, sowie in Kellern. Man bemerkt zuerst kleine, weiße Punkte, die sich bald zu spinnwebartigen oder zartwolligen Auflagen, später zu fächerförmigen grauen oder gelblichweißen Überzügen ausbreiten (Taf. 6); schließlich entstehen wabenförmige schneeweiße Körper, die häufig tränenartige Tropfen absondern (Taf. 6, oben links), beim Austrocknen aber graue, seidenartig glänzende Häute bilden. Die auf diesen weißen Myzelüberzügen sich entwickelnden Fruchtkörper sind zuerst weichfleischig und schwammig, von ockergelber Farbe, später lederig und mehr rotbraun; am Rande sind sie häufig aufgewulstet, im übrigen ziemlich anliegend, aber lappig und unregelmäßig, und zwar teilen sich allmählich die Falten in netzförmig angeordnete Gruben.

In den Wäldern der nördlichen gemäßigten Zone bewohnt der Pilz die Stümpfe von Kiefern und Tannen, sehr selten von Laubbäumen, jedoch gelangen dort seine Fruchtkörper nur ausnahmsweise, und zwar nur an geschützten Orten und bei feuchter, windstiller Witterung, zur Entwickelung.

Der Hausschwamm ist zweifellos einer der schädlichsten Pilze, da er ganz enorme Werte jährlich zerstört. Wo er sich einmal stark eingenistet hat, läßt er sich allein durch Entfernung des infizierten Holzes beseitigen; nur bei schwacher Infektion kann man durch Chemikalien, Petroleum, Steinkohlenteer usw. die Weiterentwickelung hemmen. Dagegen läßt sich präventiv durch richtiges Schlagen (nicht während des Saftsteigens) und nachher durch genügende Austrocknung des Holzes, durch Ventilation der Kellerräume und Dielen sowie Isolierung des Holzes von feuchten Unterlagen und Wänden die Entwickelung des Holzschwammes mit ziemlicher Sicherheit vermeiden.

Die Unterfamilie der **Polyporeae** oder **Echten Löcherschwamm-Pilze** zerfällt in 12, zusammen über 2000 Arten umfassende Gattungen, von denen sieben auch in Deutschland vorkommen; nicht vertreten sind hier die Formen mit größeren, zuweilen wabenartigen Zellen, wie Hexagonia, der Sechseck-Löcherschwamm, Laschia, der Zellenschwamm (Abb. 33, M), Favolus, der Wabenschwamm (Abb. 33, L), alle größtenteils Bewohner der Tropen.



Tränenschwamm (Merulius lacrymans).



Tränenschwamm (Merulius lacrymans).

Eng an Merulius schließt sich die 280 Arten umfassende Gattung Poria, der Porenschwamm, an, indem auch bei ihr die Fruchtkörper dem Substrat umgekehrt angewachsen sind; dagegen ist das Hymenophor hier deutlich röhrig. Diese Pilze wachsen an faulendem Holz, etwa 40 Arten finden sich in Deutschland. P. vaporaria, der Haus-Porenschwamm oder Lohschwamm, ein Pilz mit ziemlich großporigem weißen Hymenophor und flockigem weißen, verzweigte Stränge bildenden Myzel, ist auf faulendem Kiefernholz weit verbreitet und befällt auch das Bauholz, das er in ähnlicher Weise wie der Hausschwamm zerstört. Zu ihm gehört eine als Ceriomyces rubescens beschriebene Chlamydosporenform, die häufig in Kellern und feuchten Gewächshäusern auftritt, und aus der bei geringerer Luftfeuchtigkeit der eigentliche Fruchtkörper des Pilzes hervorgeht. Überhaupt gelten jetzt die verschiedenen als Ceriomyces beschriebenen, fleischigen oder korkartigen, kugeligen oder kissenförmigen Fruchtkörper, die im Inneren mit in Chlamydosporen zerfallenden Hyphen angefüllt sind, allgemein als besondere Entwickelungsstadien verschiedener Polyporazeen; sie sind auch in Deutschland an Baumstümpfen und alten Pfählen nicht selten.

Die etwa 300 Arten umfassende Gattung Fomes oder Holz-Löcherschwamm zeichnet sich durch holzige, oft konzentrisch gefurchte, meist halbiert hutförmige, seitlich der Unterlage ansitzende Fruchtkörper von der verschiedensten Färbung aus; jedoch gibt es auch Formen mit gestielten Hüten. Die ausdauernden Formen entwickeln ein geschichtetes und daher sehr dickes Hymenium (Abb. 33, G 1). Unter den 30 in Deutschland vorkommenden Arten befinden sich einige recht schädliche, so der meist an Nadelholzstümpfen wachsende, aber auch auf Wurzeln lebender Kiefern und Fichten gedeihende und daher den Forstkulturen großen Schaden zufügende Kiefernwurzelschwamm, F. annosus (Taf. 7, T; Abb. 33, G), der auf dem jungen Myzel schimmelartige Konidienträger entwickelt; ferner F. ribis, der den Ribes-Arten schädlich ist. Sehr häufig ist auch F. pinicola, der Fichten-Porling, an Koniferenstämmen sowie F. applanatus und F. lucidus, der Lack-Porling, am Grunde alter Laubbäume; letzterer ist durch seine rotbraunen, seitlich oder exzentrisch gestielten, wie lackiert aussehenden, glänzenden Fruchtkörper leicht kenntlich. Schädlich sind ferner F. igniarius, der Feuerschwamm, namentlich an Fruchtbäumen, an denen er die Weißfäule hervorruft, sowie F. fomentarius, der Zunderschwamm (Taf. 7, P), besonders an Buchenstämmen. Ersterer liefert in seiner Hutsubstanz Materialien für Konsole, Bilderrahmen, Ornamente, letzterer in seiner langen, geschichteten, rostfarbenen, mit heißer Lauge eingeweichten und durch Schlagen gelockerten Porensubstanz den Feuerschwamm oder Zunder; auch dient dieser Stoff als blutstillendes Mittel sowie zur Verfertigung von Kästen, Rahmen, Mützen, Handschuhen, Beuteln usw.; er hat namentlich in Thüringen und Ulm zu kleinen Industrien Veranlassung gegeben. Schlechteren Zunder geben F. igniarius, pinicola, ribis sowie Daedalea quercina. In den asiatischen Kautschukplantagen tritt neuerdings Fomes semitostus als Schädling der Hevea-Bäume auf.

Die Gattung Polyporus oder Löcherschwamm bzw. Porling hat zuerst zähfleischige, zuweilen saftig-weiche oder käsige, später aber erhärtende, häutig oder lederig werdende Fruchtkörper ohne konzentrische Furchung oder Zonen und mit nicht geschichteten Röhren. Es gibt sowohl Arten mit sitzenden und dann meist seitlich oder zuweilen unterseits angehefteten, als auch solche mit seitlich, exzentrisch oder zentral gestielten Fruchtkörpern. Die Stiele entspringen häufig einer gemeinsamen Basis, seltener sind die Fruchtkörper vielteilig oder in verschiedener Weise gelappt. Die Beschaffenheit der Hüte wie die der Röhren ist verschieden; bald sind sie glatt und kahl, bald schuppig bzw. flockig, am Rande zuweilen gewimpert. Von den etwa 500 Arten leben rund 70 in Deutschland. Manche der hier vorkommenden Arten mit gestielten Hüten sind eßbar, z. B. Polyporus confluens, der Semmelschwamm, P. frondosus, der Klapperschwamm, P. umbellatus, der Eichschwamm, Eichhase, Haselschwamm, P. ovinus, der Schafschwamm, Schafeuter, dessen grauer, innen weißer Fruchtkörper bei Verletzungen rot wird, P. subsquamosus, der rißschuppige Löcherschwamm, P. pescaprae, der Ziegenfuß, und P. tuberaster, der Knollen-Löcherschwamm oder Tuberaster, der in Süddeutschland vorkommt; in Italien wird er sogar gezüchtet, und zwar durch Kultivierung der eigenartigen, bis kopfgroßen und oft sehr festen, knolligen, sklerotienartigen Masse, die das Myzel mit Holzerde und Lehm zusammen bildet und von den Italienern Pietra fungaja (Pilzstein) genannt wird. Von einigen anderen, aber nicht in Deutschland vorkommenden Arten werden die Sklerotien gegessen, z. B. die kopfgroßen, von weißlichen Adern durchzogenen Knollen des früher als Mylitta australis bezeichneten P. mylittae, die den Australnegern als Nahrung (native bread) dienen. Auch das kopfgroße, in Amerika verbreitete Sklerotium von Pachyma cocos gehört wohl hierher. P. officinalis, der Lärchenschwamm, war früher als Purgiermittel offizinell; er enthält ein wirksames Harz und kam besonders aus den Lärchenwaldungen der Schweiz und Rußlands.

Giftige Arten gibt es nicht in dieser Gattung, wohl aber sind manche Arten wichtige Schädlinge lebender Bäume. So z. B. bewirkt der schwefelgelbe Löcherschwamm, P. sulphureus, eine gefährliche Rotfäule der Laubhölzer, besonders der Eichen; P. betulinus, der Birken-Löcherschwamm (Taf. 7, R), vernichtet oft ganze Bestände von Birken; P. pseudo-igniarius (= P. dryadeus), der Eichen-Löcherschwamm, greift die Eichen an, P. squamosus, der schuppige Löcherschwamm, verschiedene Laubbäume, P. destructor, der zerstörende Löcherschwamm, der im Freien an Nadelhölzern, besonders an Kiefern, wächst, zerstört auch in den Wohnungen verarbeitetes Holz.

Die Gattung Polystictus, der Zonenschwamm, hat häutige oder lederige, zuweilen auch von einer wergartigen Außenschicht bedeckte Fruchtkörper. Diese sind entweder sitzend oder gestielt, zuweilen auch umgewendet angewachsen; ihre Färbung ist sehr verschieden, sie zeichnen sich aber meist durch konzentrische, verschieden gefärbte Zonen aus. Das nicht geschichtete Hymenophor ist mit punktförmigen Röhren bedeckt. Von den 450 Arten finden sich über 20 in Deutschland. Besonders häufig ist hier der rostbraune, mit halbiertem Hut seitlich angewachsene P. radiatus, der strahlige Zonenschwamm, auf alten Erlen, Weiden und Birken; auch P. versicolor, der bunte Zonenschwamm, und andere Arten sind an Baumstümpfen häufig. Auf Heiden gemein ist der braune, dünne, lederige, auf einem kurzen, unten etwas verdickten Stiel sitzende, einem Regenschirm ein wenig ähnelnde P. perennis, der ausdauernde Zonenschwamm. In den wärmeren Gegenden fällt der lederige, nierenförmige, an kurzem seitlichen Stiel schildförmig befestigte P. sanguineus, der blutrote Zonenschwamm, durch seine mennigrote Farbe auf, während im Malaiischen Archipel und im tropischen Afrika der einem Sklerotium (Pachyma malaccense) entwachsende P. sacer, der heilige Zonenschwamm (Abb. 33, E), häufig ist.

Die Gattung Trametes oder Senkröhrenschwamm hat in die Hutsubstanz eingesenkte Röhren, so daß letztere sich nicht als besondere Schicht im Durchschnitt abheben. Die Fruchtkörper sind holzig oder korkig und sitzen als halbierte Hüte oder umgewendet der Unterlage auf. Von den 145 Arten finden sich etwa zwölf in Deutschland. Am wichtigsten darunter ist T. pini (Abb. 33, H; Taf. 7, S), der an Kiefern als gelbbrauner oder rostfarbener, etagenförmig übereinander wachsender Pilz gemein ist und die Kernfäule und Ringschäle dieser Bäume, eine sie langsam zum Absterben bringende Krankheit, verursacht. T. suaveolens, der wohlriechende Senkröhrenschwamm, ist an alten Weidenstämmen häufig.

Die Gattung Daedalea, der Wirrschwamm, zeichnet sich durch die radial verlängerten, oft labyrinthartig gewundenen Höhlungen des Hymenophors aus; die korkig-holzigen oder lederartigen Fruchtkörper sitzen meist als halbierte Hüte seitlich fest. Von den 76 Arten finden sich zehn in Deutschland. Lederige Fruchtkörper hat die an Laubholzstämmen gemeine D. unicolor, der einfarbige Wirrschwamm, korkig-holzige die den Eichen schädliche D. quercina, der Eichen-Wirrschwamm, der auch einen geringen Zunder liefert.

Die Gattung Lenzites oder Lamellenschwamm ist der vorigen sehr ähnlich, nur sind die Höhlungen des Hymenophors radial so verlängert, daß die Zwischenwände wirkliche Lamellen darstellen, die nur ab und zu Verbindungen aufweisen und am hinteren Ende zuweilen röhrenartige Zellen bilden. Meist sitzen die Lenzites-Arten als halbierte Hüte von lederiger, korkiger, filziger oder fast holziger Struktur seitlich ohne Stiel an der Unterlage fest. Von den 76 Arten finden sich etwa zehn auch in Deutschland. Recht häufig ist L. betulina, der Birken-Lamellenschwamm (Abb. 33, J), an Stümpfen von Laubhölzern, besonders an Birken; L. sepiaria, der Zaun-Lamellenschwamm, an faulenden Kiefernstämmen gemein, greift auch verarbeitetes Holz an und findet sich viel an alten Zäunen. Diese beiden letzten Gattungen werden zuweilen zu den Agarikazeen oder Blätterschwämmen gestellt und sind auch wohl als Übergangsformen anzusehen.

Die Unterfamilie der **Fistulineae** oder **Zungenschwamm-Pilze** umfaßt nur drei Gattungen, von denen zwei häutige, krustenförmig ausgebreitete, umgewendete Fruchtkörper haben, darunter das auch bei uns in zwei Arten vertretene Porothelium, dessen Hymenophor warzige Erhebungen bildet, die sich zu Röhren verlängern. Die weißen Fruchtkörper überziehen totes Holz. Die dritte Gattung, Fistulina, der Zungenschwamm, enthält nur wenige Arten fleischiger, in der Jugend sogar saftiger Pilze mit zapfenartigen Erhebungen, die sich später öffnen und von dem Hymenium erfüllt sind.

Die einzige bei uns vorkommende Art, Fistulina hepatica, der Leberschwamm (Taf. 7, Q; Abb. 33, N), hat zungen- oder spatelförmige Gestalt, ist in der Jugend weich und von Gefäßen mit dunkelrotem Saft durchsetzt, später zäh und grobfaserig, klebrig, außen braunrot, büschelig behaart, innen blutrot. Interessant ist die Bildung von Chlamydosporen an besonderen Trägern unter der Hautschicht (Abb. 33, N 4). Der Pilz findet sich häufig an den Stämmen von Eichen, seltener von Buchen und Kastanien, und kommt als Leberpilz, Zungenpilz oder Blutschwamm wegen des angenehmen Duftes und säuerlichen Geschmackes sowie wegen seines reichlichen Fleisches im jugendlichen Stadium häufig auf den Markt.

Die Unterfamilie der **Boletineae** oder **Röhrenschwamm-Pilze** umfaßt neun Gattungen, von denen sechs auch in Deutschland vertreten sind. Bis auf die eine kleine tropische Gattung Henningsia, deren Fruchtkörper aus zwei parallelen, senkrecht auf gemeinsamem kurzen Stiele sitzenden Fächern bestehen, haben sie sämtlich zentral gestielte Hüte, die bei den zwei Arten der Gattung Campbellia in Natal horn- oder gallertartig, bei Filoboletus mycenoïdes, einer blattbewohnenden, nur 1 mm breite Hüte habenden javanischen Art häutig, sonst aber stets fleischig sind. Die Gattungsunterschiede liegen in der fehlenden oder ausgebildeten inneren oder äußeren Hülle des Fruchtkörpers sowie in der Farbe des Sporenpulvers und der Sporenmembranen.

Während die übrigen Gattungen ziemlich artenarm sind, enthält die Gattung Boletus, der Röhrenschwamm oder Röhrling, der sich durch Fehlen der Hüllen, braunes Sporenpulver und gefärbte Sporenmembranen auszeichnet, 200 Arten, von denen 70 in Deutschland vorkommen; die meisten leben saprophytisch in Walderde, B. parasiticus parasitisch auf Pilzen der Gattung Scleroderma. Die Mehrheit der Arten ist eßbar; neben vielen guten Speisepilzen enthält die Gattung aber auch einige wenige giftige und mehrere verdächtige Arten.

Der bekannteste und beliebteste Speisepilz dieser Gruppe ist Boletus bulbosus oder edulis, der Steinpilz, auch Herrenpilz oder Eichpilz genannt (Taf. 7, F); er hat einen knolligen, hellbräunlichen oder gelblichen Stiel, gelbe Röhren und einen glatten braunen Hut. Andere eßbare Arten dieser Gattung sind B. scaber, der Kapuzinerschwamm oder die Graukappe, auch Birkenröhrling genannt, B. aerus, der Bronzeschwamm, B. fragans, der starkriechende Röhrling, B. regius, der Königsschwamm, B. subtomentosus, die Ziegenlipppe (Abb. 33, K), B. variegatus, der Sand- oder Hirseschwamm, B. badius, der Maronenschwamm, B. bovinus, der Kuhschwamm, B. granulatus, der Schmerling, B. chrysenteron, der Rotfußröhrling.

Giftig sind von den Boletus-Arten die rotstieligen B. satanas, der Satanschwamm, und B. lupinus, der Wolfsschwamm; als verdächtig gelten B. luridus, der Hexenröhrling, auch Kuhröhrling oder Schusterschwamm, B. pachypus, der Dickfuß, B. calopus, der Schönfuß, B. piperatus, der Pfefferröhrling; der Hexenröhrling soll aber harmlos und eßbar sein, und der Pfefferröhrling gilt sogar als pikant.

Äußere Kennzeichen zur Unterscheidung der giftigen Arten gibt es nicht, das Blauwerden beim Durchschneiden, eine Folge der Oxydation einer harzigen Substanz, ist durchaus kein Merkmal hierfür; trotzdem ist es ratsam, da der wirklich giftige Satansschwamm und Wolfsschwamm sowie der verdächtige Schönfuß dadurch ausgemerzt werden, diejenigen Röhrenschwämme zu verwerfen, die beim Zerbrechen eine blaue Farbe annehmen; der Dickfuß ist an dem unangenehmen bitteren, der Pfefferröhrling an dem brennend scharfen Geschmack erkennbar.

Die Gattung Suillus, der Weißspor-Röhrenschwamm, unterscheidet sich von Boletus durch das weiße Sporenpulver und die farblosen Sporenmembranen. Zu dieser Gattung gehört als guter Speisepilz S. castaneus, der Hasenschwamm oder Zimtröhrling, sowie S. cyanescens, der Kornblumenröhrling.

Die Gattung Tylopilus oder Rotspor-Röhrenschwamm hat blaßrotes Sporenpulver sowie blasse Sporenmembranen. Zu ihr gehört der eßbare T. alutaceus sowie der bittere, dem Steinpilz ähnliche T. felleus oder Gallenröhrling. Giftige oder verdächtige Arten der hellsporigen Röhrenpilze sind nicht bekannt.

Von den Gattungen, bei denen eine Hülle die Fruchtkörper in der Jugend umgibt, hat Volvoboletus, der Hüll-Röhrenschwamm, keinen Schleier, demnach auch keinen Ring am Stiel, sondern er ist gänzlich von einer aufreißenden Haut (Volva) umhüllt, von der später Fetzen auf dem Hute und eine Scheide an der Stielbasis zurückbleiben. V. volvatus findet sich in Frankreich.

Von den Gattungen mit einem Schleier in der Jugend und später oft mit einem Ring am Stiel hat Strobilomyces, der Filzschleier-Röhrenschwamm, schwarzes, Boletopsis, der Ringschleier-

Röhrenschwamm, braunes oder gelbes Sporenpulver; die erstere Gattung hat einen filzigen Schleier, die letztere einen deutlichen Stielring. St. strobilaceus ist durch seinen von dachziegelartigen Schuppen bedeckten Hut und seine weiten, eckigen Röhrensporen auffällig; von Boletopsis sind B. rufus, die Rotkappe oder der Rothaut-Röhrling, und B. luteus, der Butterpilz, Butter-Röhrling oder Ringpilz, als Speisepilze bekannt, schädliche Arten gibt es unter den Röhrenpilzen mit Stielring überhaupt nicht.

Die Familie der **Agaricaceae** oder **Blätterschwamm-Pilze** zeichnet sich durch das aus strahlig angeordneten Blättern oder Lamellen, selten aus Adern oder Falten bestehende Hymenophor aus. Meist verlaufen diese Blätter ohne Verbindung miteinander, doch gabeln sie sich zuweilen oder kommunizieren am Grunde miteinander (Taf. 8, K). Die Fruchtkörper sind gewöhnlich fleischig und leicht zerbrechlich, seltener häutig oder lederartig, der Stiel steht in der Regel zentral an dem Hut, seltener exzentrisch oder seitlich. Der Schleier (Velum partiale) ist bei vielen, die Außenhülle (Volva, Velum universale) ist bei wenigen Gattungen ausgebildet; bei Amanita sind beide Hüllen vorhanden und auch im reifen Zustande durch Stielring und Basalscheide sowie oft durch Flocken auf dem Hut erkennbar. Durch Aufquellung der äußeren Hyphenmembran kommt häufig ein klebriger oder schleimiger Überzug über den Fruchtkörper zustande, und bei einzelnen Arten scheidet sich das Mark von der Rinde durch eine Schicht Hyphen mit gelatinösen Zellwänden ab. Häufig sind blasenförmige Hyphen zwischen den fadenförmigen eingelagert; auch Milchsaft führende verzweigte röhrenförmige Hyphen mit Einschnürungen, sogenannte Milchsaftgefäße, sind nicht selten, besonders in der Außenschicht des Stieles und oberhalb des Hymeniums. Ferner finden sich häufig dünne oder keulenförmige Schläuche sowie kugelige Zellen mit kaum flüssigem Fettinhalt; zuweilen kommen Farbstoffbehälter vor. Eine Reihe von Gattungen entwickelt Sklerotien, auch Chlamydosporen treten gelegentlich auf.

Die ökonomische Bedeutung dieser Familie ist sehr beträchtlich, gehören zu ihr doch die wichtigsten Speisepilze, wie Champignon und Pfifferling. Anderseits enthält die Familie auch giftige Arten. Die Zahl der wirklich giftigen Arten ist zwar gering, doch gilt eine größere Anzahl, meist freilich wohl mit Unrecht, als verdächtig.

Über die Natur der Giftstoffe ist man häufig noch im unklaren: im Fliegenschwamm ist vor allem die schon in Dosen von 3—5 mg gefährliche Pflanzenbase Muskarin wirksam, daneben Amanitin, im Knollenblätterschwamm soll eine den Eiweißstoffen nahestehende Substanz, Phallin, der eigentliche Giftstoff sein. Der giftige Bestandteil der Pilze ist löslich in Wasser, speziell Salzwasser, ferner in Essig, Alkohol oder Wein, sogar in Öl; in solchen sehr giftigen Auszügen verschwindet durch Kochen, wobei das Eiweiß niedergeschlagen wird, und durch Filtrieren die Giftwirkung nicht, wohl aber durch Hinzufügen von Gerbstoffen, und daher wird Gerbstofflösung (bzw. Abkochung gerbstoffhaltiger Rinden, wie Eiche, Fichte, Chinarinde oder Galläpfel) als Getränk oder Klistier, neben Brech- und Purgiermitteln, bei Pilzvergiftungen am meisten empfohlen. Pilzvergiftungen zeigen sich meist 4—5 Stunden nach dem Genusse, zuweilen aber erst später, ja selbst erst nach 12—24 Stunden. Die Symptome beginnen gewöhnlich mit Übelkeit und Leibschneiden, dann folgen Angstgefühl, Beklemmungen, Ekel, kalter Schweiß, Flimmern vor den Augen, gleichzeitig häufig Erbrechen und Durchfall, gefolgt von großem Durst. Bei starken Vergiftungen stellen sich auch Herzklopfen, Schwindel, ja sogar Ohnmacht, Krämpfe und Delirium ein. Zuweilen tritt schließlich der Tod ein, und zwar unter Krämpfen oder Lethargie, gewöhnlich innerhalb dreier, oft aber auch erst nach acht Tagen.

Die beim Volke verbreiteten Erkennungsmittel der Giftigkeit der Pilze sind sämtlich trügerisch. Die Farbe ist keineswegs ein Merkmal: gerade giftig aussehende Pilze sind häufig sehr gute Speisepilze. Die Farbenveränderung beim Liegen an der Luft haben wir bei Boletus (S. 159) besprochen. Auch die Klebrigkeit, Höhlung am Stiel, Porosität, Ringbildung am Stiel sind keine Wahrzeichen für die Giftigkeit. Das Vorhandensein oder die Farbe des Milchsaftes ist gleichfalls kein Beweis der Giftigkeit, vielmehr gibt es unter den Milchlingen vortreffliche Speisepilze; der beste hat sogar ziegelrote Milch, während es unter denen mit weißer Milch einige giftige gibt. Ebensowenig ist der Geruch und der Geschmack charakteristisch; gerade



Blätterschwamm-Pilze (Agarica

Blätterschwamm-Pilze (Agaricaceae).

A) Paxillus acheruntius.
B) Cantharellus cibarius.
C) Coprinus porcellanus.
D) Nyctalis lycoperdoïdes, auf Russula parasitierend.
   1) Habitus, 2) Chlamydosporen, 3) Basidien.
E) Lactaria deliciosa.
F) Schizophyllum alneum.
   1) Habitus, 2) einige Lamellen, 3) Durchschnitt derselben.
G) Marasmius alliatus.
H) Psalliota campestris.
J) Amanita phalloïdes.
K) Lentinus tuber regium.
L) Lepiota procera.
M) Pholiota squarrosa.
N) Armillaria mellea.

Schwellschwamm-Pilze (Phallineae).

A) Blumenavia usambarensis.
B) Clathrus Preussii.
C) Anthurus borealis.
D) Simblum sphaërocephalum.
E) Colus hirudinosus, aus der Volva herausgenommen.
F) Ileodictyon cibarium.
G) Aseroë rubra.
   1) Habitus, 2) junger Fruchtkörper im Längsschnitt.
H) Mutinus caninus.
   1) Habitus, 2) junger Fruchtkörper, 3) Durchschnitt eines ganz jungen Fruchtkörpers, 4) Myzelhyphen mit Kalkoxalat-Ausscheidungen und Sphärokristallen.
J) Echinophallus Lauterbachii.
K) Dictyophora phalloidea.
L) Ithyphallus impudicus.
   1) Habitus, 2) ganz junger Fruchtkörper im Längsschnitt, 3) Basidien.
M) Mutinus (Floccomutinus) Zenkeri.
N) Itajahya galericulata.



Blätterschwamm-Pilze (Agaricaceae).



Schwellschwamm-Pilze (Phallineae).

die gefährlichen Amanita-Arten haben keinen Geruch. Übelriechende Pilze wird man freilich nicht essen, und zwar schon deshalb nicht, weil sie auf Fäulnisprozesse hinweisen, die selbst in sonst gesunden Pilzen Gifte erzeugen können. Wirklich scharf schmeckende wird man im allgemeinen gleichfalls besser vermeiden, wenngleich sich meist durch Kochen die Schärfe beseitigen läßt.

Sehr häufig wird eine Zwiebel mitgekocht oder ein silberner Löffel hineingesteckt, letzteres in der Annahme, daß das schwarze Anlaufen das Vorhandensein von Giftpilzen anzeige. Das gilt aber nur für die Schwefelwasserstoffbildung bei Pilzzersetzungen: frische Giftpilze geben diese Reaktion nicht. Ebensowenig ist das Annagen der Pilze durch Würmer oder Schnecken ein Gegenbeweis, da auch Giftpilze benagt werden.

Wie es scheint, lassen sich sämtliche giftige Pilze durch Mazerieren in Essig und Kochsalzlösung mit nachfolgendem längeren Auskochen in reinem Wasser und Abgießen des Kochwassers von den Giftstoffen befreien. In Rußland werden viele uns als giftig verdächtige Pilze gegessen, und sogar Fliegenschwämme sollen dort als Speise dienen, nachdem sie in Wasser gekocht und dann einige Stunden in Essig gelegt worden sind; auch werden sie in Kochsalz oder getrocknet aufbewahrt, nachdem sie in Essig oder Salzwasser mazeriert worden sind.

Der beste Schutz gegen Vergiftung ist die Kenntnis der giftigen Arten, namentlich des wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Champignon die meisten Vergiftungen herbeiführenden Knollenblätterschwammes. Es sollten nicht nur überall die auf den Markt gelangenden Pilze kontrolliert, sondern durch Vorträge, Abbildungen und Modelle auch die giftigen Pilze dem Volke mehr und mehr vertraut gemacht werden, was ja, da in jedem Distrikt nur sehr wenige giftige Pilze vorkommen, keine ernstlichen Schwierigkeiten macht.

In Deutschland ist die Zahl der wirklich giftigen Blätterschwämme gering; fast alle Vergiftungen durch Blätterschwämme sind zurückzuführen auf den Knollenblätterschwamm, den Pantherschwamm, den Giftreizker und den Spei-Täubling. Die wenigen giftigen oder verdächtigen Röhrenschwämme der Gattung Boletus, darunter besonders der Satan- und Wolfschwamm, sind schon S. 159 besprochen worden, der als giftig geltende Hart- oder Kartoffel-Bovist, Scleroderma vulgare, wird später besprochen werden.

Bestimmungstabelle der giftigen oder verdächtigen Blätterschwämme.

I. Die beim Abbrechen des Stieles Milchsaft zeigende Gattung Lactaria, Reizker oder Milchling.

Giftig ist besonders L. torminosa, der Birken-Reizker oder Gift-Reizker, mit schwach klebrigem, zerbrechlichem, hell fleischrotem, ockergelbem bis rötlichbraunem Hut mit dunkleren Zonen und eingerolltem, weißzottigem Rande, dickem, blassem Stiel, dünnen weißlichen Lamellen, weißer Milch von scharfem Geschmack, in Wäldern und Heiden, besonders unter Birken häufig. Auch L. scrobiculata, der grubige Milchling oder Erdschieber, ein gelber, grubig gefleckter, am Rande anfangs zottiger, in der Mitte schleimig-klebriger, kurzstieliger dickfleischiger, truppweise auftretender Waldpilz, dessen reichliche Milch schnell schwefelgelb wird, ist giftig. Außerdem werden von manchen, aber wohl fälschlich für giftig gehalten: L. thejogala, der Schwefel-Milchling, mit rotbraunem, klebrigem, kahlem Hut, blaßrötlichen Lamellen, hohlem Stiel, weißer, bald schwefelgelb werdender Milch, von zuerst mildem, dann scharfem Geschmack, in Laubwäldern häufig; ferner L. pyrogala, der beißende Milchling, mit kahlem, glattem, bleifarbenem bis braunem Hut mit dunkleren Zonen und eingerolltem Rande, blassem Stiel, gelblichen Lamellen und reichlicher weißer Milch von sehr scharfem Geschmack, auf Waldwiesen und Heiden häufig; schließlich noch L. uvida, der klebrige Milchling, mit feucht-klebrigem, schmutziggelbem, fleischfarbenem oder braunem Hut ohne Zonen und mit kahlem, eingerolltem Rande, kurzem, hohlem, blassem Stiel, gelbweißen Lamellen und weißer, dann bläulich oder violett werdender Milch von sehr scharfem Geschmack, in Wäldern und auf Waldwiesen häufig.

Nur verdächtig sind L. rufa, der braunrote Milchling, der aber, obgleich sehr bitter, in Ostpreußen und Rußland allgemein in Essig eingelegt und dann gegessen wird, ferner L. piperata, der Pfeffer-Milchling (Taf. 7, G), der übrigens, in Siebenbürgen, mit Speck auf dem Roste

gebraten, ein sehr beliebter Speisepilz ist, L. vellerea, der wollige Milchschwamm, L. necator, der Mordschwamm. Von diesen hat L. rufa einen flockigen, rotbraunen, L. necator einen olivenbraunen, klebrig-schleimigen Hut mit eingerolltem, gelbfilzigem Rande; L. vellerea und L. piperata haben weißliche, trockene Hüte, die bei jener filzig, bei dieser kahl sind.

Im allgemeinen tut man gut, als verdächtig alle Arten zu verwerfen, deren ursprünglich weiße Lamellen sich nicht verfärben, also später nicht dunkler, gelblich oder rötlich, werden, sowie von diesen auch noch diejenigen, deren Hüte nicht glatt, trocken und kahl sind, also solche mit anfangs klebrigen oder zottigen oder schuppigen Hüten. Die verdächtigen Arten sind auch an dem scharfen, zuweilen brennenden Geschmacke der Milch zu erkennen; die Schärfe des Milchsaftes verliert sich aber beim Kochen und Trocknen.

Eßbar hingegen ist vor allem L. deliciosa, der Blut-Reizker, Rot-Reizker oder Rietschling (Taf. 7, B; Taf. 8, Vorderseite, E), der wegen seines 3—12 cm breiten, ziegelroten Hutes und ebenso gefärbten Stieles und Milchsaftes sowie der gelbroten, bei Verletzungen grünlich werdenden Lamellen gar nicht verwechselt werden kann. Er ist in trockenen Nadelwäldern sowie Heiden nicht selten und einer der beliebtesten Speiseschwämme, trotz seiner dem Laien giftig erscheinenden grünlichen Verfärbung. Sehr wohlschmeckend ist auch L. volema, der Birnen-Milchling, Brätling, Brotschwamm oder Süßling, mit 5—12 cm breitem, trockenem, kahlem und glänzendem, rotbraunem bis goldgelbem Hut, vollem, hartem und dickem, ähnlich gefärbtem Stiel, weißlichgelben Lamellen und weißer Milch von mildem, angenehmem Geschmack, in Laub- und Nadelwäldern nicht selten, ebenso L. subdulcis, der Süß-Reizker, mit dünnem, kahlem, trockenem, rötlichem bis rotbraunem Hut und gleichfarbigem, erst später hohlem Stiel, rostroten Lamellen und weißer, anfangs süßer, später etwas scharfer Milch: ein weitverbreiteter und in Deutschland häufiger Waldpilz.

II. Beim Abbrechen des Stieles keinen Milchsaft zeigend.

A. Ohne Hülle und Schleier, daher auch ohne Stielring, Basalscheide und Fetzen auf dem Hut:

1) Mit steifen, zerbrechlichen, saftlosen, nicht oder kaum herablaufenden, dünn blattartigen, scharfschneidigen Lamellen mit blasigem Innengewebe; es sind gedrungene, fleischige, ziemlich regelmäßig hutförmige, meist einzeln stehende Pilze. Gattung Russula oder Täubling.

Sehr giftig und gefährlich ist nur R. emetica, der Spei-Täubling oder Spei-Teufel (Taf. 7, H), mit glattem, am Rande streifigem, zerbrechlichem, nur anfangs gewölbtem Hut von meist blutroter, aber auch rötlicher, bläulicher, grünlicher, gelblicher oder weißlicher Farbe, mit abstehendem Rande und abziehbarer, bei feuchtem Wetter klebriger Oberhaut, mit weißlichem, unter der Haut rötlichem Fleisch, vollem, weißem, glattem Stiel, weißen, fast gleichlangen, nicht gegabelten Lamellen und scharf brennendem Geschmack, in Wäldern und Gärten stellenweise zu finden.

Von den übrigen Arten gelten als giftig oder verdächtig noch R. rubra, der rote Täubling, mit trockenem, glattem, zinnoberrotem, nicht gestreiftem Hut und weißem, unten rotem, dickem, vollem Stiel und weißlichen Lamellen, ferner der ekelhaft riechende R. foetens, der Stink-Täubling, mit gelbbraunem, klebrigem Hut, R. consobrina, der braune Täubling, R. ochroleuca, der gelbliche Täubling, R. furcata, der gabelblätterige Täubling.

Als verdächtig ansehen soll man wiederum, wie bei Lactaria, alle Arten mit scharfem Geschmack. Die Schärfe läßt sich aber auch hier durch Kochen und Trocknen zum Verschwinden bringen.

Eßbar sind vor allem R. vesca, der Speise-Täubling, mit am Rande gestreiftem fleischrotem, in der Mitte meist dunklerem klebrigem, aderig-runzeligem Hut und dickem, vollem, weißem, netzförmig-runzeligem Stiel sowie teilweise gegabelten und kürzeren Lamellen, in Laubwäldern zerstreut; ferner R. virescens, der grünliche Täubling, mit genabeltem, spangrünem, oft gefeldertem Hut mit weißem, festem Fleisch, vollem weißlichen Stiel und weißlichen, teilweise gegabelten Lamellen; in Laubwäldern und auf schattigen Grasplätzen, besonders unter Buchen und Birken. Auch R. cyanoxantha, der bläuliche Täubling, dessen Hut seine Farbe von violett über bläulich zu oliv- oder gelbgrün wechselt, ist ein vorzüglicher Speisepilz. Wohlschmeckend ist ferner R. Linnaei, der blut- bis dunkelrote Runzelstiel-Täubling, sowie besonders R. elephantina, der lederbraune Speise-Täubling, und R. depallens, der verbleichende Täubling, letzterer zusammen mit dem Speise-Täubling angeblich der im rohen Zustande am besten schmeckende Pilz.

2) Mit dicken, niedrigen, faltenförmigen, gegabelten, fleischig wachsartigen, herablaufenden Lamellen.

Cantharellus aurantiacus, der gelbrote oder falsche Pfifferling, Gelbling oder Eierschwamm. Hut orangerot, $2^1/_2$—8 cm breit, dünn, oben etwas filzig, am Rande eingerollt oder eingeschnitten, Stiel $2^1/_2$—5 cm hoch, später hohl, von gleicher oder blasserer Farbe wie der Hut, die dichtstehenden Lamellen von dunklerer Färbung. Er wächst wie der echte Pfifferling hauptsächlich in Nadelholzwaldungen und ist nur verdächtig; wirkliche Vergiftungsfälle durch ihn sind nicht bekannt. Er steht dem echten Pfifferling sehr nahe, doch hat dieser eine dottergelbe, keine gelbrote Färbung, auch ist der Hut des echten Pfifferlings kahl, nicht filzig, und am Rande nicht eingerollt, ferner hat er weniger eng stehende, hellere Lamellen.

B. Ohne Hülle, aber mit Schleier, dessen Reste dem Hutrande als Fasern anhängen oder dem Hute selbst anhaften.

1) **Hypholoma fasciculare**, der büschelige Schwefelkopf (Taf. 7, J). Hut ockergelb, in der Mitte bräunlich, glatt, $2^1/_2$—5 cm breit, Stiel 10—13 cm hoch, 5—8 mm dick, ockergelb, hohl, Fleisch gelb, Lamellen gelb, später grünlich, Sporen schwarz-purpurfarben, Geruch obstartig angenehm, Geschmack ekelhaft, bitter; wächst in Gruppen von 10—20 im Herbst namentlich an alten Baumstümpfen.

2) **Inocybe rimosa**, der rissige Faserkopf. Hut dünnfleischig, kegelförmig-glockig, lederbraun, seidenhaarig faserig, der Länge nach rissig, $2^1/_2$—6 cm breit, Stiel 2—8 cm hoch, 2—5 mm dick, kahl, voll, weiß, am Grunde knollig, Lamellen graugelb bis bräunlich, Sporen trübbraun, Geruch widrig. Im Herbst in Wäldern. Die Giftigkeit dieses Pilzes ist nicht sicher festgestellt, er gilt aber mindestens als verdächtig.

C. Mit Außenhülle und Schleier, erstere als Scheide der Stielbasis und als Fetzen auf dem Hute, letzterer als Ring am Stiel verbleibend. Die bei uns vorkommenden Arten sind aus Vorsicht am besten sämtlich zu verwerfen, wenngleich als wirklich giftig nur vier Arten bekannt sind, nämlich der Fliegenschwamm, der Pantherschwamm und zwei Arten des Knollen-Blätterschwammes.

Amanita muscaria, der Fliegenschwamm (Taf. 7, N), ist durch seinen dickfleischigen, großen, 8—20 cm breiten, scharlachroten oder orangefarbigen, mit dicken weißlichen oder gelben Warzen besetzten Hut sowie den an dem später hohlen, dicken Stiel hängenden weißen Ring nicht zu verkennen. Das Fleisch unter der Haut ist orangefarben, die herablaufenden Lamellen sind weiß, ebenso die Sporen; die kugelige Basalknolle ist durch die Hülle ringförmig berandet oder schuppig. Der Fliegenschwamm ist in Europa, Nordamerika und Südafrika gemein. Südeuropäer verwechseln ihn zuweilen mit dem gleichfalls orangefarbenen, eßbaren Kaiserling, **A. caesarea**, einem der besten Speisepilze, der aber durch die gelben Lamellen und die sackförmige häutige Scheide leicht erkennbar ist.

A. regalis oder **pantherina**, der Pantherschwamm, Panther-Wulstling oder Königs-Fliegenschwamm, hat leber- oder dunkel rotbraune, bis über 20 cm breite Hüte mit ziemlich dicht aufliegenden gelblichweißen Warzen und etwas gelblichen Lamellen; der später hohle Stiel ist gelblich und trägt einen hängenden Ring, die kugelige Basalknolle ist von einer angewachsenen, aber abziehbaren, in einzelne Ringe sich trennenden ockergelben Hülle umgeben, die freien Lamellen und die Sporen sind weiß. Der Pilz findet sich in Europa und Nordamerika in Laub- und Nadelwäldern und ist sehr giftig.

A. phalloides, der Knollen-Blätterschwamm (Taf. 8, Vorderseite, J), hat einen weißlichgelben, zuweilen grünlichen oder bräunlichen, glattrandigen, 6—8 cm breiten, klebrigen, oft von Fetzen der Scheide bedeckten Hut und einen schließlich an der Spitze hohlen, 8—10 cm hohen weißen, glatten Stiel mit hängendem, weißem, häutigem Ringe in der Mitte und knollenförmiger, von einer weiten häutigen Scheide sackförmig umgebenen Basis. Die freien Lamellen und Sporen sind weiß. **A. mappa** unterscheidet sich im wesentlichen durch trockene, flachere, meist weiße Hüte und angeheftete Lamellen. Während **A. phalloides** Laubwälder bevorzugt, findet man **A. mappa** mehr in Kiefernwäldern. Der Geschmack der Blätterschwämme ist nicht unangenehm, doch sollen sie ein leichtes Brennen im Schlunde verursachen.

Von allen Pilzen kommen auf Rechnung der Knollen-Blätterschwämme die meisten Pilzvergiftungen und Todesfälle; der Grund ist der, daß der Laie sie leicht mit dem Champignon verwechselt,

wenngleich letzterer durch die nur bei den jungen Pilzen weißen, bei den ausgewachsenen stets rötlichen oder bräunlichen bis braunschwarzen Lamellen und das absolute Fehlen der knolligen Basalverdickung des Stieles sowie von Fetzen der Hülle auf dem Hute gar nicht mit ihm zu verwechseln ist (Taf. 8, Vorderseite, H). Jedenfalls achte man beim Einkauf von Champignons peinlichst darauf, daß keine Pilze mit unten verdicktem Stiel, weißen Hutstrahlen und Fetzen auf dem Hute darunter sind. Auch die unentwickelten Pilze sind leicht zu unterscheiden, da bei dem Knollen-Blätterschwamm der kugelförmige Hut kragenförmig von der am oberen Rande rissigen Stielhülle umfaßt wird, während an dem Champignon der kugelige Hut sich deutlich und scharf von dem etwas dünneren Stiel abhebt.

Einige andere Arten dieser Gattung gelten als verdächtig, so A. aspera sowie vor allem A. umbrina, der graubraune oder unechte Panther-Wulstling, mit braunem Hut und ziemlich regelmäßigen weißen Warzen, weißem Fleisch und Lamellen und ebensolchem, später hohlem Stiele, hängendem weißen Ring und kugeliger Basalknolle mit abziehbarer Hülle. Nach dem Abziehen der Oberhaut ist er jedenfalls ein vortrefflicher Speisepilz. Das gleiche ist der Fall bei A. pustulata (A. rubescens), dem grauen Fliegenschwamm, Perlschwamm oder Perlen-Wulstling, mit schmutzig- bis braunrotem Hut und ungleichen, oft konzentrisch gestellten Warzen und weißlichem bis rötlichem, kleinschuppigem, vollem und festem Stiel mit hängendem weißen Ring und von ringförmigen Schuppen bedeckter Basalknolle sowie weißen, später rötlich werdenden Lamellen.

Man teilt die Familie der **Agaricaceae** in acht Unterfamilien. Bei den Cantharelleae wird das Hymenophor von Adern, Leisten oder dicken, oft gegabelten Falten gebildet; bei den anderen Unterfamilien aus dünnen Blättern mit scharfer Schneide. Unter diesen letzteren Unterfamilien zeichnet sich die der Paxilleae dadurch aus, daß die Lamellen am Grunde durch Verbindungsleisten Zellen bilden. Von den übrigen Unterfamilien unterscheiden sich die Coprineae durch die bei der Reife zerfließenden Lamellen und durch Paraphysen zwischen den Basidien, die Hygrophoreae durch die dicken, fleischigen, voneinander entfernt stehenden Lamellen. Die Lactarieae haben zweierlei Hyphen im Fruchtkörper, von denen die weiteren häufig Milchsaft führen, die Schizophylleae und Marasmieae haben bei der Reife vertrocknende und meist lederartige Fruchtkörper, deren Lamellen bei ersteren gespalten und nach außen eingerollt sind (Taf. 8, Vorderseite, F 2, 3). Die Agariceae haben bei der Reife faulende, fleischige oder häutige Fruchtkörper.

Die Unterfamilie der **Cantharelleae** oder **Falten-Blätterschwämme** umfaßt sieben größtenteils artenarme Gattungen, von denen zwei in den Tropen, die übrigen fünf auch in Deutschland vorkommen. Es sind meist kleine Pilze, deren Hüte weit voneinander entfernt stehende, oft gegabelte, wenig erhabene Adern oder Falten tragen, die bei den dünnhäutigen Formen oft auch auf der Oberseite des Hutes sichtbar sind. Rimbachia paradoxa, ein kleiner Pilz aus Ekuador, trägt sogar sein Hymenium auf der Oberseite.

Verschiedene bei uns vorkommende Gattungen sind unwichtig, Bedeutung hat nur die etwa 70 Arten umfassende Gattung Cantharellus, der Falten-Blätterschwamm, Gelbling oder Pfifferling.

Bei weitem am bekanntesten ist C. cibarius, der echte Gelbling oder Pfifferling (Taf. 7, C; Taf. 8, Vorderseite, B), auch Eierschwamm, Dotterschwamm, Gelbmännel, Gelbhühnchen, Rehgeis usw. genannt; er ist einer unserer häufigsten Pilze, der in Laub-, besonders aber in Nadelwäldern gesellig wächst und massenhaft als Speisepilz gesammelt wird. Übrigens findet er sich auch in Amerika, sogar noch in Brasilien. Wegen seiner fleischigen Konsistenz, seiner dottergelben Färbung, seiner herablaufenden gegabelten Falten und des Fehlens eines scharf abgesetzten Stieles ist der Pilz überaus leicht zu erkennen; die Unterschiede des ohne Beweise für giftig gehaltenen C. aurantiacus, des gelbroten bzw. falschen Gelblings oder Pfifferlings, wurden schon oben (S. 163) aufgeführt. Übrigens gibt es in dieser Gattung auch Arten mit fast häutigem Hut und röhrigem Stiel.

Die Unterfamilie der **Paxilleae** oder **Zellen-Blätterschwämme** umfaßt nur die einzige, aus etwa 40 Arten bestehende Gattung Paxillus, den Zellen-Blätterschwamm oder Krämpling. Es sind fleischige Pilze mittlerer Größe, die sich durch die an der Ansatzstelle Zellen bildenden, sich leicht vom Hut ablösenden und auch in zwei Platten spaltbaren Lamellen auszeichnen.

Sehr häufig in Wäldern und Gärten, besonders unter Birken, ist der eßbare P. involutus, der kahle Krämpling, dessen zuletzt trichterförmig eingedrückter, oft verbogener, exzentrisch gestellter, ockergelber bis rotbrauner, am Rande zottiger und eingerollter Hut blaßgelbes Fleisch und gelbliche, sich verästelnde Lamellen hat. Fast stiellos und seitlich ansitzend, häufig sogar umgewendet, mit dem Hymenium nach oben gerichtet, ist der schmutziggelbe, gewöhnlich muschelförmige Hut von P. acheruntius oder panuoides, dem Muschel-Krämpling (Taf. 8, Vorderseite, A), der in Wäldern an faulendem Holz gewöhnlich in Etagen übereinander sitzt, aber auch in Bergwerken, Kellern usw., namentlich an Kiefernholzbrettern, Fruchtkörper bildet. Andere Arten haben zentrale Stiele, so der kastanienbraune, weich-filzige, zwischen Moosen in Wäldern nicht seltene P. Pelletieri, der zwischen den Basidien mit gelbem Saft erfüllte Zystiden entwickelt.

Die Unterfamilie der **Coprineae** oder **Tinten-Blätterschwämme** enthält drei Gattungen, von denen sich Montagnites, eine kleine, in sandigen Gebieten verbreitete, in Südeuropa und Rußland vorkommende Gattung, durch den flachen, scheibenförmigen Hut auszeichnet, bei dem die Lamellen nur in der Mitte von einer Haut bedeckt sind. Die durch die braune Sporenfarbe kenntliche Gattung Bolbitius oder Mist-Blätterschwamm mit 26 sowie die schwarzsporige Gattung Coprinus, Tinten-Blätterschwamm oder Tintling, mit 175 Arten sind wesentlich Mistbewohner mit schnell vergänglichen, weichfleischigen oder häutigen Hüten, die oft von den flockigen bzw. kleiigen Resten einer Außenhülle umgeben oder in Schuppen zerschlitzt sind (Taf. 8, Vorderseite, C). Die Basidien sind durch Paraphysen getrennt, die Lamellen von Bolbitius werden schließlich meist rötlich oder rotbraun, die von Coprinus zerfließen, wie häufig auch der Hut, zu einer schwarzen, tintenartigen Masse. Der Stiel trägt öfters eine Basalscheide, zuweilen aber einen Ring, der jedoch nicht den Rest eines Schleiers darstellt, sondern die durch den wachsenden Stiel emporgehobene Basalscheide.

Coprinus domesticus, der gemeine Tintling, findet sich als 5—8 cm hoher Pilz überall an Wegen und Grasplätzen, der fast ebenso hohe, am Hut mit Schüppchen bedeckte C. stercorarius, der Mist-Tintling, der sich oft aus kugeligen, grauen, bis 1/2 cm großen Sklerotien entwickelt, häufig auf Mist; gedüngten Boden liebt auch der nur 3—4 cm hohe C. tomentosus, der filzige Tintling, mit filzigem Hut, sowie der etwa 10 cm hohe C. porcellanus, der Schopf-Tintling, mit schuppig zerschlitztem Hut. Dieser Pilz sowie C. ovatus, der eiförmige Tintling, sind in der Jugend eßbar, namentlich als Suppenpilze. Aus C. atramentarius, dem Falten-Tintling, soll sich eine Tinte herstellen lassen durch Zusatz von Gummiarabikum und einigen Tropfen Nelkenöl zu dem Safte.

Die Unterfamilie der **Hygrophoreae** oder **Dick-Blätterschwämme** umfaßt fünf Gattungen. Von ihnen sind in Deutschland vier vertreten, deren fleischige Fruchtkörper durch die dicken, fast wachsartigen, nicht dicht stehenden Lamellen kenntlich sind. Gomphidius, der Keil-Blätterschwamm oder Schmierling, mit sechs Arten, davon fünf in Deutschland, Limacium, der Schleim-Blätterschwamm oder Schneckling, mit 50 Arten, davon 20 in Deutschland, sowie Phaeolimacium mit einer Art in Java zeichnen sich durch einen spinnewebartigen und schleimigen Schleier aus, dessen Rest meist noch an den ausgewachsenen Pilzen als vergänglicher Ring sichtbar ist. Gomphidius hat schwarze, Limacium meist weiße Sporen. Der Hut dieser mäßig großen Pilze ist kreiselförmig mit herablaufenden Lamellen und sehr verschieden gefärbt; neben braunen und rötlichen sind auch weiße und gelbliche Hüte nicht selten.

Die Gattung Gomphidius hat meist kegel- oder keilförmige Fruchtkörper mit in der Mitte fast gallertigen Lamellen. G. glutinosus, der große Schmierling, sowie G. viscidus, der kleine Schmierling,

sind eßbar und haben purpurbraune Hüte, G. roseus, der rosenfarbene Schmierling, hat einen rosenroten Hut; sie sind in Wäldern und auf Waldwiesen häufig.

Auch von der Gattung Limacium, die mehr flache, scheibenförmige Hüte hat, werden einige Arten gegessen, z. B. Limacium pennarium, ein in Buchenwäldern lebender Pilz mit gelblichweißem Hut, ferner L. nitidum, der glänzende Schnedling, L. olivaceo-album, der olivenfarben-weiße Schnedling, sowie L. eburneum, der elfenbeinfarbene Schnedling, letzterer ein vorzüglicher Speisepilz. In Kiefernheiden gemein ist L. vitellum, der gelbblätterige Schnedling, ein wohlschmeckender Pilz mit rötlichgelbem, von olivenfarbenem Schleier überzogenem Hut. L. agathosmum, der wohlriechende Schnedling, ein in Nadelwäldern zwischen Moos wachsender Pilz, hat anisartigen Geruch.

Die größte Gattung ist Hygrophorus, der Saft-Blätterschwamm oder Saftling, auch Ellerling genannt, mit 124 Arten, darunter 28 in Deutschland, sämtlich Erdbewohner. Es sind kleinere, meist Wiesen bewohnende Pilze ohne Schleier und mit weißen Sporen, bald mit zerbrechlichen, saftigen, bald mit trockenen, zähen Fruchtkörpern; im ersteren Falle sind die Hüte im feuchten Zustande klebrig, im trockenen glänzend und dann zuweilen anders gefärbt, im letzteren Falle sind sie nicht klebrig und ohne Glanz. Einige, z. B. H. ficoideus, der Wiesen-Ellerling, H. nemoreus, der Hain-Ellerling, und H. caprinus, der Ziegen-Ellerling, ebenso der reinweiße H. niveus, der Schneeling, desgleichen einige der gelben oder roten Saftlinge, wie H. ceraceus, der wachsgelbe Saftling, und H. puniceus, der hochrote Saftling, sind eßbar.

Die Gattung Nyctalis, der Schmarotzer-Blätterschwamm oder Stern-Stäubling, hat braune Sporen, entfernt stehende Lamellen, keinen Schleier und zeichnet sich durch das häufige Vorkommen von Chlamydosporen aus, die auf den Lamellen entspringen oder den Hut ausfüllen (Taf. 8, Vorderseite, D 3) und dann durch Verschwinden der Oberhaut frei werden. Von den etwa 10 Arten wächst ein Teil parasitisch auf anderen Agaricaceae, speziell auf Russula (Taf. 8, Vorderseite, D) und Lactaria, manche finden sich in hohlen Baumstämmen, zum größeren Teil auch in Deutschland.

Die Unterfamilie der **Lactarieae** oder **Milch-Blätterschwämme** enthält drei Gattungen ziemlich großer, brüchig-fleischiger, schleierloser, fast immer regelmäßig schirmförmiger Pilze mit weißen oder gelben, stacheligen Sporen.

Die Gattung Lactaria, der Milch-Blätterschwamm, Milchling oder Reizler, zeichnet sich durch reichliche Milchgefäße aus, die bei Verletzung des Stieles oder der Lamellen die weiße, zuweilen aber rote oder gelbe Milch hervortreten lassen. Die Milch hat bei vielen Arten einen scharfen, zuweilen sogar brennenden Geschmack und gerinnt beim Kochen. Einige haben auch einen eigenartigen Geruch, z. B. riecht L. camphorata kampferartig und im trockenen Zustand nach Bockshornklee (grünem Käse). Die Farbe der Hüte ist sehr verschieden, die Lamellen sind oft gelb oder rötlich. Von den 130 sämtlich die gemäßigten Gegenden bewohnenden Arten sind über 60 aus Deutschland bekannt, viele auch aus Nordamerika. Während die scharf schmeckenden Arten gewöhnlich für giftig gehalten werden, sind die milde schmeckenden teilweise wertvolle Speisepilze, vor allem L. deliciosa, der Blut-Reizker (Taf. 7, B; Taf. 8, Vorderseite, E). Näheres über diese Gattung siehe oben S. 162.

Die Gattung Russula oder Täubling ist der vorigen dem Habitus nach ähnlich (Taf. 8, Vorderseite, D), hat aber keinen Milchsaft, dagegen große, röhrige Hyphen, die gruppenweise von kleinröhrigen Hyphen umschlossen sind und daher im Durchschnitt wie Rosetten erscheinen; die dicken und steifen Lamellen sind zerbrechlich, die farblosen Sporen bilden ein weißes Pulver. Die Farbe der Hüte ist sehr verschieden, häufig sind rötliche, gelbe und olivengrüne Färbungen. Die Lamellen sind meist weiß, zuweilen werden sie später grau oder rötlich. Auch diese Gattung bewohnt fast ausschließlich die gemäßigte Zone, und zwar sind von den 100 Arten 40 aus Deutschland, 30 aus Nordamerika bekannt, wenige aus der südlichen Hemisphäre. Wie schon oben ausgeführt, zeichnen sich viele Arten durch einen scharfen Geschmack aus; diese gelten als giftig, vor allem aber R. emetica, der Spei-Täubling, auch Spei-Teufel genannt (Taf. 7, H). Andere sind geschätzte Speisepilze (vgl. S. 162).

Die etwa 30 Arten der Gattung Russulina haben ockergelbes Sporenpulver; im übrigen ähneln sie der Gattung Russula, doch sind sie sämtlich von mildem Geschmack und eßbar. Die Farbe der Hüte ist meist gelb oder rötlich, die Lamellen sind entweder weiß, später gelblich oder anfangs gelb, später ockerfarben. Zu letzteren gehört z. B. die gern gegessene R. alutacea, der ledergelbe Täubling, mit rosen-, blut- oder purpurrotem, anfangs klebrigem Hut.

Die Unterfamilie der **Schizophylleae** oder **Spalt-Blätterschwämme** enthält vier kleine Gattungen, von denen drei nur in je einer Art in Südamerika, Ceylon und Ägypten vorkommen.

Die Gattung Schizophyllum, der Spalt-Blätterschwamm, zeichnet sich durch lederige, ungestielte kleine Hüte aus, deren Lamellen sich von selbst spalten und nach außen einrollen. Es sind etwa zwölf holzbewohnende, auch auf lebenden Ästen sitzende Arten bekannt, die kaum voneinander verschieden sind. In allen Erdteilen verbreitet ist das bei uns hauptsächlich an Erlen- und Lindenzweigen wachsende Sch. alneum (Taf. 8, Vorderseite, F).

Die Unterfamilie der **Marasmiaceae** oder **Welk-Blätterschwämme** zeichnet sich durch die zähen, lederigen bis fast holzigen Fruchtkörper aus, die eintrocknen, aber nicht verfaulen und beim Anfeuchten wieder die alte Gestalt annehmen. Es sind sieben größtenteils auf die wärmeren Gegenden beschränkte Gattungen.

Die Gattung Xerotus, der Trockenohr-Blätterschwamm, hat gegabelte, stumpfe Lamellen wie Cantharellus und ähnelt dieser Gattung bis auf die lederige Textur auch sonst; die meisten der 34 Arten wachsen in den Tropen und Subtropen auf Holz.

Die Gattung Lentinus, der Zäh-Blätterschwamm oder Zähling, hat ähnliche, am Stiel herablaufende, aber dünnere, scharfschneidige Lamellen, gleichfalls mit weißem Sporenpulver. Es sind 340 meist in den Tropen auf Holz lebende Arten bekannt, davon 20 bei uns. Die Hüte sind seitlich exzentrisch oder zentral gestielt, meist von gelblicher oder bräunlicher Färbung, häufig trichter-, trompeten- oder tütenförmig mit gewöhnlich gelblichen oder rostfarbenen Lamellen. Trotz ihrer Größe sind sie wegen ihrer zähen Konsistenz nicht eßbar; L. stypticus, der herbe Zähling, gilt sogar als giftverdächtig; er hat einen ekelhaft süßlichen, dann zusammenziehenden und brennenden Geschmack. Einige Arten entwickeln sich aus einem Sklerotium. Besonders bekannt ist der tropisch asiatische und afrikanische L. tuber-regium, der Königstrüffel-Zähling (Taf. 8, Vorderseite, K), der sich aus einem hellgrauen, im Inneren weißen, bis kopfgroßen Sklerotium (Pachyma tuber-regium) entwickelt, das im Malaiischen Archipel als Medikament benutzt wird. Bei uns findet sich an Laubbäumen Lentinus cornucopoides, der Füllhorn-Zähling, mit 4—8 cm breitem, zähfleischigem, unregelmäßig geformtem, halbiertem, trichter- oder tütenförmigem Hut, der in einen 2—8 cm langen Stiel seitlich ausläuft. L. squamosus, der Schuppen-Zähling, dessen in der Mitte eingedrückter Hut von flockenartigen Schuppen bedeckt ist, verbreitet sich mit dem Kiefernholz auch in Gebäude und Bergwerke, wo in dunkeln Räumen häufig reichverzweigte geweihartige, bis $^1/_2$ m große Fruchtkörper entstehen. Ähnliche Bildungen sind von L. suffrutescens aus Kellerräumen bekannt.

Eine sehr große, aber meist kleine Pilze umfassende Gattung ist Marasmius, der Welk-Blätterschwamm oder Schwindling. Von den 450 Arten wachsen die meisten in den Tropen auf totem Holz oder abgefallenen Blättern, während freilich auch aus Deutschland gegen 50 Arten bekannt sind. Sie haben einen deutlich schirmförmig ausgebreiteten Hut auf dünnem, ringlosem Stiel; die Lamellen sind dünn und zäh, lederartig oder häutig, der Stiel ist oft weich, wollig, samtartig, filzig oder gestriegelt behaart, oft auch bereift, häufig hornartig zäh, vielfach glänzend, oft an der Basis wurzelnd.

An abgefallenen Nadeln findet sich häufig der $2^1/_2$ cm hohe M. perforans mit samthaarigem, schwarzem sowie M. androsaceus mit kahlem, glänzend hornartigem, schwarzem Stiel. M. rotula, der auf Zweigen im Grase gemein ist, hat kahle, hornartige, unten schwarze, oben hellere, 3—6 cm lange Stiele und kriecht oft weit mittels schwarzer, rhizomorphenartiger Stränge. Mehrere Arten, Lauchschwämme genannt, riechen lauchartig, so M. porreus mit rotbraun behaartem Stiel, M. alliaceus mit schwarzem, samthaarigem Stiel, vor allem aber M. alliatus (oder M. scorodonius), der Musseron, Dürrbeinel, Lauch-Schwindling oder Knoblauchschwamm (Taf. 7, L; Taf. 8, Vorderseite, G), mit glattem, glänzend rotbraunem, 2—4 cm langem Stiel und hellem, 1—2 cm breitem Hut, der in Wäldern auf dem Erdboden und an Baumstümpfen sehr häufig ist, ein beliebter Pilz zum Würzen der Braten. Der viel größere, auf 4—8 cm hohen Stielen einen 3—6 cm breiten Hut tragende M. caryophylleus oder oreades, der Herbst-Musseron, Nelkenschwamm oder Krösling (Taf. 7, D), hat einen angenehmen Geschmack und Geruch und gilt als vorzüglicher Suppenpilz. Er wächst in Wäldern, an Wegen und auf Grasplätzen und bildet häufig Hexenringe.

Die Unterfamilie der **Agariceae** oder **Echten Blätterschwämme**, welcher die meisten der weicheren, fleischigen oder häutigen, nach der Reife faulenden Blätterpilze angehören, umfaßt 26 Gattungen, die man nach der Farbe des Sporenpulvers in

schwarzsporige (atrosporae), braunsporige (amaurosporae), gelbbraunsporige (phaeosporae), rotsporige (rhodosporae) und weißsporige (leucosporae) zerlegt.

Man erkennt die Farbe, wenn man dem Pilz den Stiel abschneidet, ihn dann mit den Lamellen nach unten auf ein weißes Papier legt und mit einer Glasglocke oder einem Schachteldeckel bedeckt: nach mehreren Stunden fallen die Sporen auf das Papier aus. Will man ein Dauerpräparat machen, so bestreicht man das Papier mit den Sporen auf der Unterseite mit einer Lösung von Kolophonium oder Schellack in Alkohol; bei weißen Sporen nimmt man am besten blaues Papier. Man erhält auf diese Weise gleichzeitig ein getreues Bild der Lamellenform sowie der Größe und des Umrisses des Hutes.

Von den 3 schwarzsporigen Gattungen ist zu erwähnen Coprinarius, von dessen 60 Arten Deutschland 12 beherbergt. Es sind kleinere Pilze ohne Schleier, während die anderen beiden, artenarmen Gattungen zuerst einen Schleier tragen.

Von den braun- bzw. violettbraunsporigen 6 Gattungen hat Pratella (60 Arten, davon 15 europäische) keinen Schleier, Psilocybe, der Kahlkopf-Blätterschwamm (40 Arten, davon 15 deutsche), und Hypholoma, der Faserrand-Blätterschwamm (70 Arten, davon 14 deutsche), einen flüchtigen Schleier, Psalliota, der Egerling (70 Arten, davon 14 deutsche), eine innere Hülle mit bleibendem Stielring, Clarkeinda (4 Arten, davon 2 in Europa) eine äußere Hülle ohne Stielring, Chitoniella (1 Art auf Ceylon) eine äußere und eine innere Hülle mit bleibendem Stielring.

Von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind die eßbaren Arten der Gattung Psalliota, die Champignons, deren Unterschiede von dem allein mit ihnen verwechselbaren Giftpilz, dem Knollen-Blätterschwamm, schon oben (S. 163/4) besprochen wurden. Die Speisepilze der Gattung gehören zur Sektion Eupsalliota, bei welcher der Stiel in den Hut übergeht, indem die Lamellen dem Stiel nicht angewachsen sind.

P. campestris, der echte Champignon (Taf. 8, Vorderseite, H), ist die wichtigste und allein kultivierte Art dieser Gattung. Sein zuerst halbkugeliger, dann flacher, trockener, 6—15 cm breiter Hut ist flockig oder schuppig seidenhaarig; das weiße Fleisch läuft bei Verletzungen rötlich an; der 6—8 cm lange, 1—2 cm breite Stiel ist voll, weiß, unten nicht verdickt und trägt in der Mitte einen dicken, weißen, meist zerschlitzten Ring. Die in der Jugend weißen Lamellen werden bald rosenrot und schließlich schwarzbraun; das Sporenpulver ist schwarzbraun. Der Pilz ist nicht selten auf Triften, in Gärten und an Wegen, besonders an gedüngten Stellen, und zwar fast in der ganzen Welt. Auch Hexenringe bildet er zuweilen. Vor allem wird er aber in großen Massen kultiviert. Er ändert ab in der Farbe des Hutes, der häufig bräunlich oder rötlich ist, in der Größe der Schuppen an Hut und Stiel und in der Farbe des Fleisches.

P. arvensis, der Acker- oder Feld-Champignon, auch Schaf-Champignon, ist gleichfalls wohlschmeckend, steht aber der ersten Art doch nach. Dieser Pilz hat einen zuerst kleiig-flockigen, später kahlen, bei Berührung meist gelb werdenden Hut. Das weiße Fleisch läuft nicht rosenrot an, der meist höhere und dickere Stiel ist hohl und trägt einen dicken, aus zwei Lagen bestehenden Ring. Die Farbe der Lamellen ist die gleiche, die Sporen sind purpurbraun.

P. silvatica, der Wald-Champignon, besitzt ebenfalls einen hohlen Stiel, aber mit dünnem, häutigem Ring, und ferner einen braunen, flachen Höcker auf der Mitte des Hutes. Er ist eßbar, spielt aber keine große Rolle. Das gleiche ist der Fall bei P. pratensis, dem Wiesen-Champignon.

Außer der Gattung Psalliota ist noch Hypholoma von Bedeutung, da das schon oben (S. 163) erwähnte H. fasciculare, der büschelige Schwefelkopf (Taf. 7, J) als giftverdächtig gilt. Er wächst gesellig an Baumstümpfen, soll aber auch an lebenden Stämmen parasitieren.

Von den gelbbraunsporigen Gattungen hat Derminus, der Hautkopf-Blätterschwamm (90 überall verbreitete Arten, darunter 10 in Deutschland), keine merkliche Hülle, Inocybe, der Faserkopf-Blätterschwamm (180 Arten, meist in der gemäßigten Zone, 30 in Deutschland), und Cortinarius, der Saum-Blätterschwamm (400 Arten, fast ausschließlich in der gemäßigten Zone, davon 320 in Europa), haben eine zart seidenfädige Hülle, erstere auch Zystiden zwischen den Basidien. Naucoria, der Flämmling (130 Arten, davon etwa 43 in Deutschland), Pholiota, der Schüppling (120 Arten, davon 36 in

Deutschland), haben eine häutige Hülle, die bei der ersteren Gattung zart ist und keinen Ring zurückläßt, bei der letzteren dickhäutig ist, so daß ein Ring am Stiele zurückbleibt. Die Gattung Locellina, der Scheidling (6 Arten, davon 2 in Europa), sowie Rozites, der Runzling (2 Arten, davon 1 in Europa), haben eine äußere Hülle, die als Scheide am Grunde des Stieles zurückbleibt, letzterer außerdem eine innere Hülle, die einen Ring am Stiele zurückläßt. So artenreich auch viele Gattungen sind, so spielen sie doch keine große Rolle: weder ihr Aussehen ist auffallend, noch sind sie besonders groß, fleischig oder wohlschmeckend.

Derminus crustuliniformis, ein an Wegen und in Wäldern häufiger lederbrauner, schwach klebriger Pilz mit weißem, flockig-schuppigem, später hohlem Stiel und weißlichen, später zimtbraunen Lamellen, hat rettichartigen Geruch und gilt als giftverdächtig.

Diese Gattung wie auch Cortinarius umfaßt viele Pilze, deren Hüte hygrophan sind, d. h. in feuchtem Zustande eine durchscheinende Oberfläche haben. Von Cortinarius sind manche, meist braune, Arten, z. B. castaneus, cinnamomeus und torvus, in den Wäldern häufige kleinere Pilze; C. raphnoïdes hat rettichartigen Geruch und scharfen Geschmack. Man unterscheidet sechs Untergattungen, nämlich Hydrocybe, den Wasserkopf, Dermocybe, den Hautkopf, Telamonia, den Gürtelfuß, Inoloma, den Dickfuß, Myxacinus, den Schleimfuß, Phlegmacium, den Schleimkopf.

Zu Inocybe gehört der oben (S. 163) als giftverdächtig erwähnte rissige Faserkopf, I. rimosa, ferner die in Wäldern häufigen I. fastigiata und geophylla sowie die an Meeresküsten im Sand — ein für Pilze seltener Standort — wachsende I. maritima.

Pholiota adiposa, der fettige Schüppling, mit schuppigem, dickfleischigem, goldgelbem, schleimigem Hut, ist ein das Holz verschiedener Bäume zerstörender Baumschädling, auch Ph. squarrosa, der sparrige Schüppling (Taf. 8, Vorderseite, M), mit blaßgelbem, schuppigem Hut und schuppigem Stiel, wächst nicht nur an Stümpfen, sondern auch an Laubbäumen selbst. Ph. mutabilis, der Stock-Schüppling oder Stockschwamm, mit zimtbraunem, verblassendem, kahlem oder kaum schuppigem Hut, sperrig-schuppigem Stiel und zimtbraunen Lamellen, ein an Baumstümpfen rasig wachsender Pilz, wird zuweilen gegessen und gilt als einer der vorzüglichsten Suppenpilze. Der frühreife Schüppling, Ph. praecox, ist ein in Gärten und auf Rasen häufiger, angenehm schmeckender, nach frischem Mehl riechender Pilz. Locellina noctilucens auf Neupommern und L. illuminans auf Celebes leuchten im Dunkeln mit grünlichem Licht.

Rozites caperata, der Scheiden-Runzling, auch Zigeuner genannt, ist einer der wohlschmeckendsten Pilze; er wächst in Nadelwäldern und erinnert durch Basalwulst und Ring an Amanita (vgl. S. 163), hat aber einen gelben, 6—12 cm breiten Hut und lehm- bis rostbraune Lamellen, während die andere Art, R. gongylophora, der Blumenkohl-Runzling, dadurch bekannt ist, daß sie von den Blattschneideameisen in Südbrasilien in ihren Nestern als Futterpflanze kultiviert wird und dort blumenkohlähnliche Verzweigungen hervorbringt.

Von den Gattungen mit roten (fleischroten bis rostfarbenen) Sporen hat Hyporhodius (gegen 300 Arten, davon etwa 90 in Deutschland) keine merkliche Hülle. Annularia (9 Arten, davon 5 in Europa) hat eine innere Hülle mit bleibendem Stielring, Volvaria (36 Arten, davon 7 in Deutschland) eine äußere Hülle mit bleibender Basalscheide, Metraria (eine Art in Australien) sowohl diese als auch eine innere Hülle mit bleibendem Stielring.

Die Gattung Hyporhodius, der Rötling, durch die mehr oder weniger rötlich werdenden Lamellen erkennbar, setzt sich nach Form und Ansatz des Stieles, Form und Konsistenz des Hutes, Verlauf der Lamellen und Sporenform aus einer Reihe von Untergattungen zusammen, von denen Claudopus durch die nicht oder exzentrisch gestielten Hüte, Eccilia, Nolanea und Leptonia durch die dünnen Stiele und im ersteren Falle genabelten, im zweiten glockenförmigen und im letzten flachgewölbten Hüte kenntlich sind. Die Untergattung Clitopilus hat kreiselförmige Hüte mit herablaufenden Lamellen, Entoloma flache und Pluteus glockenförmige Hüte. Von Bedeutung ist vor allem Clitopilus, da H. (Clitopilus) prunulus, der Pflaumen-Räßling, auch Mousseron oder Simmerling genannt, ein nach frischem Mehl riechender, 3—4 cm hoher, 6—11 cm breiter Pilz mit weißgrauem, bereiftem Hut, als Speisepilz geschätzt wird, ebenso H. (Clitopilus) orcella mit dünnerem, weiß-gelblichem Hut und dünnerem Stiel, ein besonders in Südeuropa beliebter Pilz.

Von der Gattung Volvaria, dem Scheiben-Blattpilz oder Scheidling, findet sich die klebrig weißliche, zottig bescheidete V. speciosa, der prächtige Scheidling, auf Schutthaufen und in Gärten; V. bombycina, der seidige Scheidling, ein an lebenden und gefällten Laubbäumen wachsender Schädling, wird auch gegessen.

Unter den weißsporigen Agariceae fehlt der großen Gattung Agaricus jegliche Hülle. Die innere ist vorhanden, aber seidenfädig und keinen Ring zurücklassend bei Cortinellus, häutig oder flockig mit bleibendem Ring bei Armillaria, deren Lamellen herablaufen oder ausgerandet sind, und bei Lepiota, die meist freie, nie herablaufende oder ausgerandete Lamellen hat. Eine äußere, als Scheide an der Basis und meist als Fetzen auf dem Hute verbleibende Hülle haben Amanitopsis ohne innere Hülle und Ring sowie Amanita mit Hülle und Ring.

Die Gattung Agaricus, der eigentliche Blätterschwamm, umfaßt etwa 1500 Arten, die 8 Untergattungen bilden. Von ihnen hat Pleurotus keinen oder einen seitenständigen Stiel. Omphalia, Hiatula, Mycena, Collybia sind dünnstielig; bei Omphalia laufen die Lamellen herab, während sich Hiatula durch sehr zarte, durchscheinende Hüte und Collybia durch einen anfangs eingerollten Hutrand auszeichnet. Clitocybe, Tricholoma und Schulzeria haben einen fleischigen Stiel, erstere herablaufende, Tricholoma buchtig angeheftete und Schulzeria freie abgerundete Lamellen.

Von den 250 Arten der Untergattung Pleurotus oder Seitling kommen 50 in Deutschland vor. Eßbar ist P. ostreatus, der Austernschwamm, Buchenschwamm, auch Drehling genannt, ein meist brauner, muschelförmiger, zuweilen kurz weißgestielter Pilz, der übereinander an alten Laubholzstämmen wächst. Ferner wird der in Südeuropa, aber auch in Frankreich und Belgien häufige A. eryngii, der Distelschwamm, gern verspeist, während der rotgelbe, später dunkelbraune, gleichfalls südeuropäische, rasenförmig, besonders an Oliven, auftretende A. olearius, der Olivenschwamm, für giftig gehalten wird. Er ist dadurch bekannt, daß seine Lamellen im Dunkeln phosphoreszieren, was übrigens in den Tropen bei verschiedenen Arten dieser Gattung beobachtet worden ist.

Von der Untergattung Omphalia oder Nabeling mit 270 Arten, davon 40 in Deutschland, ist A. lapidescens, ein in Ostasien und Westindien wachsender Pilz, dadurch interessant, daß er sich aus einem hornartigen, unregelmäßig rundlichen Sklerotium entwickelt, das an der Oberfläche mäandrische Linien und Runzeln trägt und früher als Mylitta lapidescens bezeichnet wurde. Viele Arten wachsen bei uns auf Äckern, Wegen, Rasen, Weiden.

Die Untergattung Hiatula besteht aus 20 Arten, von denen nur 2 in Europa wachsen, darunter A. europaeus in Nadelwäldern in Finnland, A. Wynniae in Warmhäusern in England.

Die Untergattung Mycena oder Helmling hat unter 280 Arten 70 Vertreter in Deutschland. Auffallend ist, daß eine Sektion Milchsaft enthält, weißen, gelben oder rötlichen; die Milchsaftschläuche sind zuweilen sehr lang, so daß die Pilze beim Anschneiden schnell ihren Saft entleeren.

Die Untergattung Collybia oder Rübling mit 270 Arten, darunter 60 in Deutschland, umfaßt einige Arten, die Sklerotien haben, teils mehr rundliche, wie A. cirrhatus, teils zwiebel-, horn- oder spindelförmige, bis 1 cm lange, außen braune, innen weiße, wie der in faulenden Blätterpilzen, unter Moos und Gras wachsende, nur 4—7 mm breite, 2—5 cm lang gestielte A. tuberosus, der knollige Rübling. Gegessen wird A. esculentus, der unechte Krösling oder Nagelschwamm, ein gelblicher oder bräunlicher, $2^1/_2$ cm breiter, bis 5 cm lang gestielter, an Wegen und Rainen gemeiner Pilz; verdächtig ist hingegen der in Wäldern herdenweise auftretende, 4—8 cm lange und breite A. butyraceus, der Butter-Rübling. Eine andere Waldart, A. rancidus, der ranzige Rübling, riecht nach ranzigem Mehl.

Die Untergattung Clitocybe oder Trichterling mit 300 Arten, darunter 90 in Deutschland, enthält mehrere eßbare Arten, so A. laccatus, den Lack-Bläuling, einen in Wäldern und Gebüschen gemeinen Pilz; ferner A. infundibuliformis, den echten Trichterling, einen 6—8 cm hohen Pilz mit fleischigem, schließlich trichterförmigem, ledergelbem, schlaffem Hut, dessen feinseidige Oberfläche das Wasser aufsaugt; sodann A. nebularis, den nebelgrauen Trichterling, den braungrauen A. clavipes, den kleinen Keulenfuß-Trichterling, sowie den nach Anis duftenden, in feuchten Wäldern wachsenden A. fragrans, den Anis-Trichterling.

Die Untergattung Tricholoma oder Ritterling mit 260 Arten, davon 90 in Deutschland, enthält eine sehr große Anzahl eßbarer Arten. Sie haben zum Teil klebrige Hüte, z. B. die eßbaren Arten A. equester, der echte Ritterling oder Grünling, ein in Kiefernwäldern häufiger, 5—8 cm breiter, gelb- bis olivenbrauner Pilz mit gelbem Fleisch, schwefelgelben Lamellen und 4—6 cm langem, knolligem Stiel, ferner A. portentosus, der graue Ritterling, ein nach frischem Mehl riechender, namentlich nach Abziehung der Oberhaut vorzüglich schmeckender, sehr wertvoller Pilz der Nadelwälder, sowie A. colossus, der Riesen-Ritterling, in Nadelwäldern, A. russula, der sehr schmackhafte Honig-Ritterling oder rosenrote Ritterling, und A. flavobrunneus, der gelbbraune Ritterling, in Laubwäldern, beide mit sich verfärbenden, gewöhnlich rötlich gefleckten Lamellen. Flockige oder schuppige Hüte haben von eßbaren Arten A. columbetta, der Tauben-Ritterling oder Weißkopf, sowie A. terreus, der Mäuse-Ritterling. Einen punktiert körnigen oder schuppig zerklüfteten Hut hat A. saponaceus, der Seifen-Ritterling, wegen seines seifenartigen Geruches so genannt. Fleischige, weiche, zerbrechliche Hüte haben von eßbaren Arten der nach frischem Mehl riechende, in Laubwäldern im Frühling häufige A. graveolens, der Mai-Ritterling oder Maischwamm, auch zuweilen als Mousseron bezeichnet, ferner A. gambosus, der Huf-Ritterling oder Roßling, gleichfalls ein Frühlingspilz, in Südeuropa A. Georgii, der Georgs-Ritterling, der in China auch kultiviert wird, ferner A. borealis, der nordische Ritterling. Außerdem gibt es noch zahlreiche andere eßbare Arten, A. Schuhmacheri hingegen soll giftig sein.

Die Untergattung Schulzeria mit 6 Arten, davon 4 in Europa, ist in Deutschland kaum vertreten und von keiner Bedeutung.

Die Gattung Cortinellus, der Seidenband-Blätterschwamm, enthält nur 2 bis 3 Arten, doch mögen bisher zu Tricholoma gestellte Arten gleichfalls einen kleinen Schleier besitzen. C. imbricatus, der Ziegeldach-Ritterling, ist eßbar.

Die Gattung Armillaria, der Ring-Blätterschwamm oder Ringling, umfaßt 60 Arten, von denen über 20 in Deutschland vorkommen, darunter zahlreiche eßbare Arten.

Von Wichtigkeit ist nur A. mellea, der Hallimasch (Taf. 7, M; Taf. 8, Vorderseite, N), ein häufig als Speisepilz benutzter honiggelber Pilz mit haarig-zottigen Schuppen, weißlichen, später fleischfarbenen oder bräunlichen, schwach herablaufenden Lamellen, fleischfarbenem, schwammigem, vollem Stiel, weißlichem Ring und etwas säuerlichem Geschmack. Es ist ein sehr schädlicher Baumtöter, der sowohl Laub- als Nadelhölzer befällt und mittels bräunlicher, innen weißer, wurzelähnlicher Hyphenstränge, sogenannten Rhizomorphen, die an den jungen Spitzen phosphoreszieren, sich weit zu verbreiten vermag.

An den Nadelhölzern, besonders an 5—10jährigen Bäumen, erzeugt dieser Pilz eine Erdkrebs oder Harzsticken genannte Krankheit, bei der die Rinde der Wurzeln aufspringt und Harz austritt, das dann die Erde mit den Wurzeln verkittet. Da die Hyphenstränge des Pilzes unterirdisch radial von dem kranken Stamm ausstrahlen, so verbreitet sich die Krankheit oft, ohne daß Fruchtkörper das Vorhandensein des Pilzes verraten. Durch Isoliergräben vermag man der Ausbreitung der Rhizomorphen Einhalt zu tun. Die Fruchtkörper treten, und zwar rasenförmig, meist nur an älteren Baumstämmen bzw. deren Wurzeln auf; natürlich vermögen auch ihre Sporen die Krankheit zu verbreiten. Der Pilz ist übrigens nur ein fakultativer Parasit: ebensogut wie an lebenden wächst er auch an toten Baumstümpfen.

Die Gattung Lepiota, der Schuppen-Blätterschwamm oder Schirmling, die sich durch einen Stielring und nicht an diesem herablaufende Lamellen auszeichnet, enthält 270 Arten, von denen etwa 40 in Deutschland vorkommen.

Einige in unseren Gewächshäusern wachsende, aus den Tropen eingeschleppte Arten, wie L. rubella, der rötliche Schirmling, und L. cepaestipes, der zwiebelige Schirmling, entstehen aus mohnsamengroßen, weiß- oder gelbfilzigen Sklerotien. Eßbar ist vor allem L. procera, der große Schirmling oder Parasolschwamm (Taf. 7, A; Taf. 8, Vorderseite, L), ein hochstieliger Pilz mit 10—30 cm breitem, weißlichem bis gelbbraunem, zottig-geschupptem Hut, der auf Waldplätzen und in Gärten nicht selten ist, ferner die kleinere L. excoriata, der geschundene Schirmling, der auf Äckern und Triften häufig vorkommt und ein wohlschmeckender Speisepilz ist. Auch die auf kultiviertem Lande und besonders in Gärten wachsende L. pudica, der wohlschmeckende Schirmling, ist ein wertvoller Speisepilz, während L. acutesquamosa, der spitzschuppige Schirmling, angeblich giftig ist.

Die Gattung Amanitopsis, der Scheiden-Blätterschwamm, enthält 28 Arten, von denen eine in Deutschland wächst.

Diese, A. plumbea, der Scheiden-Streifling, ist ein Pilz mit verschieden gefärbten, schließlich ausgebreiteten, 8—16 cm breiten, am Rande gestreiften Hüten und hohlen, röhrigen, an der Basis knolligen und scheidigen, aber ringlosen Stielen. Er findet sich besonders in trockenen Wäldern im Frühling und Herbst und ist in der Jugend eßbar.

Die Gattung Amanita, der Ringscheiden-Blätterschwamm oder Wulstling, enthält 56 Arten, von denen 28 in Deutschland wachsen. Sie ist eine der wichtigsten Gattungen der Hutpilze, da zu ihr die giftigsten Pilze, wie A. regalis, der Königs-Fliegenschwamm, oder A. pantherina, der Pantherschwamm, und die mit dem Champignon so häufig verwechselten A. phalloïdes (Taf. 8, Vorderseite, J) und A. mappa, die Knollen-Blätterschwämme, gehören, die oben (S. 163) schon genügend besprochen wurden.

Ebenso gehört der überall bei uns in den Wäldern häufige Fliegenschwamm, A. muscaria (Taf. 7, N), hierher. Anderseits enthält die Gattung aber auch A. caesarea, den Kaiserling, welcher der wohlschmeckendste aller Pilze sein soll. Er ist in Oberitalien und Südfrankreich der häufigste Marktpilz und wächst auch in Süddeutschland und Böhmen. Bei den Römern galt er als princeps fungorum, also als erster Delikateßpilz. Er findet sich übrigens auch in Nord- und Südamerika sowie im Himalaja. Sehr wohlschmeckend soll auch A. junquilla, der narzissengelbe Wulstling, sein, der aber wegen seiner Ähnlichkeit mit der gelben Abart des Knollenblätterschwammes besser zu vermeiden ist.

Sehr merkwürdig ist die Verwendung des Fliegenschwammes bei den Kamtschadalen, Korjäken und anderen Völkern im nordöstlichen Sibirien, die getrocknete Stücke verschlucken oder Auszüge daraus unter Zusatz von Vaccinium uliginosum oder Epilobium angustifolium trinken und dadurch alsbald einem eigenartigen Rausch verfallen. Mäßiger Genuß wirkt nämlich wie Alkohol anregend und macht lustig, manche Leute werden freilich auch traurig und bekommen Angstgefühle. Bei Genuß größerer Mengen verlieren sie die Herrschaft über sich und fallen zuweilen sogar in Krämpfe, die selbst den Tod zur Folge haben können. Gewöhnlich aber sinken sie in einen festen Schlaf, aus dem sie mit ermatteten Gliedern und schwerem Kopfe erwachen. Auch im Urin erhält sich die berauschende Eigenschaft in abnehmendem Maße sogar bis zum vierten Mann, und daher wird zuweilen der Urin gesammelt und getrunken: auf diese Weise kann sich ein ganzes Dorf berauschen, nachdem ein Mann den Pilz gegessen hat.

Ordnung 5:

Phallineae oder Schwellschwamm-Pilze.

Die sehr eigenartigen Phallineen zeichnen sich durch die Differenzierung ihres Fruchtkörpers in einen fertilen, Gleba genannten, und einen sterilen, Receptaculum genannten, Teil aus. Beide zusammen sind in der Jugend von einer Scheide, Volva, eingeschlossen; bei der Reife streckt sich das Rezeptakulum oder der untere Teil desselben, die Scheide wird gesprengt und die Gleba in die Höhe gehoben, häufig noch von Ästen des Rezeptakulums umklammert. Hierauf zerfließen die labyrinthisch angeordneten Kammern der Gleba, welche die Basidien einschließen, zu einer breiigen Masse.

Das in humöser Erde wuchernde Myzel besteht aus einzelnen, gewöhnlich weißen Hyphen und Hyphensträngen; meist sitzen die Fruchtkörper nur auf einem einzigen Myzelstrang. Die äußeren Hyphen der Myzelstränge haben in der Regel einen breiteren Zellraum als die inneren und sind von einer pseudoparenchymatischen, also Zellgewebe imitierenden Rinde umgeben, aber zuweilen durch eine Schicht gallertiger Hyphen von ihr getrennt. Die Rindenhyphen scheiden häufig oxalsauren Kalk an der Oberfläche aus oder umschließen große kugelige Kristalldrüsen, sogenannte Sphärokristalle (Taf. 8, Rückseite, H 4).

Die jungen Fruchtkörper erscheinen als kleine knopfförmige und später kugelige oder eiförmige Körper, sogenannte Eier, auch Hexeneier, Teufelseier genannt, die gewöhnlich glatt, bei Echinophallus (Taf. 8, Rückseite, J) aber von wurzelartigen Fortsätzen bedeckt sind. Im Durchschnitt (Taf. 8, Rückseite, G 2, J, L 2) zeigen sie zu äußerst die Volva, deren

äußere Rindenschicht ein inneres, oft sehr stark entwickeltes Geflecht gallertiger Hyphen umhüllt; dann folgt nach innen zu die fertile Schicht der Gleba, die von gekrümmten und verzweigten, aus dickwandigen, etwas gelatinösen Hyphen bestehenden Kammerwänden (Tramaplatten) gebildet wird, welche die einzelnen von dem Hymenium ausgekleideten Kammern umhüllen; im Hymenium sind die länglichen, keulen- oder flaschenförmigen Basidien palisadenförmig angeordnet, jede von meist 6—8 Basidiensporen gekrönt (Taf. 8, Rückseite, L 3).

Das Rezeptakulum liegt bei den Phallineae innerhalb der Gleba, letztere durchsetzend (Taf. 8, Rückseite, L 2) oder, bei Aporophallus, von ihr glockenförmig umhüllt; bei den Clathraceae hingegen umschließt das Rezeptakulum die Gleba mit häufig netzartig verbundenen Ästen, die also dann zwischen Volva und Gleba liegen; unterhalb der Gleba aber bildet das Rezeptakulum auch hier häufig eine zentrale Masse. Meist ist das Rezeptakulum gekammert, indem Komplexe von Hyphen mit gallertiger Membran von pseudoparenchymatischen Zellen umgeben sind: im Jugendzustand sind diese von Gallert gefüllten Kammern stark zusammengedrückt. Bei manchen Gattungen ist der unter der Gleba befindliche Teil des Rezeptakulums in den äußersten Schichten nicht gekammert und bildet einen Hut; häufiger noch stellen die Grenzschichten nach Gleba und Volva hin Hyphengeflechte ursprünglicherer Art, das sogenannte Primordialgeflecht, dar. Einige Gattungen besitzen noch am Rezeptakulum ein besonderes Anhängsel, Indusium genannt, das entweder unter dem Hut als Kragen versteckt bleibt (Echinophallus) oder als Netz darunter hervorragt (Dictyophora, Taf. 8, Rückseite, K).

Die Streckung des Rezeptakulums ist die Folge der Ausdehnung der zusammengepreßten Kammern, die dadurch zustande kommen soll, daß die auf der Innenseite der Kammerwände befindlichen zusammengedrückten Pseudoparenchymzellen sich abrunden. Die Kammern der gestreckten Rezeptakula sind meist hohl, ebenso entsteht im Inneren derselben meist ein zusammenhängender Hohlraum. Die Volva wird an der Spitze gesprengt und bleibt gewöhnlich als runzlige Scheide zurück, welche die Basis des Rezeptakulums umhüllt. Die Zeit der Streckung beträgt eine Stunde bis zwei Tage; bei Dictyophora phalloïdes hat man sogar eine Streckung von 5 mm in der Minute beobachtet. Gleichzeitig zerfließen die Kammerwände der Gleba, und die breiige, dunkel gefärbte Masse der meist glatten, elliptischen, sehr kleinen Sporen verbreitet einen intensiven, je nach der Art sehr verschiedenen Geruch, dessen Zweck es offenbar ist, Schmeißfliegen und andere Tiere anzulocken, an denen dann der Sporenbrei haften bleibt, so daß sie zur Verbreitung der Pilze beitragen.

Eine wirtschaftliche Bedeutung hat die Ordnung nicht. Einige Clathrus-Arten sollen für Menschen oder Tiere giftig sein; Ityphallus impudicus gilt als giftig, doch haben Versuche seine Unschädlichkeit erwiesen; in jugendlichem und geschlossenem Zustande gelangt er sogar als Morcheltrüffel gelegentlich zum Verkauf und wird auch von manchen als wohlschmeckend angesehen. Ileodictyon cibarium wird in Neuseeland gegessen, die meisten Arten sind aber viel zu selten und von zu unangenehmem Geruch, um als Speisepilze in Betracht zu kommen.

Wegen ihrer eigenartigen, in einigen Gattungen sogar an männliche Geschlechtsteile (daher die Namen Eichelschwamm, Rutenschwamm) erinnernden Form sowie wegen des zuweilen an Kot erinnernden Geruches haben manche Arten dieser Pilze natürlich die Einbildungskraft vielfach beschäftigt und daher auch in der Volksmedizin und dem Volksaberglauben eine gewisse Rolle gespielt. Eine mehr ästhetische, aber ebensowenig wissenschaftlich haltbare Betrachtungsweise hat ihnen den Namen Blumenpilze gegeben.

Die Phallineen schließen sich den Hymenomyzeten an, jedoch unterscheiden sie sich von ihnen durch den in dem Rezeptakulum vorhandenen komplizierten Streckungsmechanismus; auch bei den Hymenomyzeten findet sich ein solcher in der Anlage der Lamellenschicht bei den Agarizineen.

Man kennt bisher 16 Gattungen mit nur etwa 50 Arten, die besonders die Tropen bewohnen, aber auch in Europa, Nordamerika und Südafrika vertreten sind. Auffallend ist die scheinbare Regellosigkeit der Verbreitung der Gattungen. So z. B. ist Clathrella, obwohl sie nur sechs Arten hat, über Südamerika, Westafrika und Neukaledonien verbreitet. Simblum bewohnt mit seinen zwei Arten Amerika und Südasien, Colus mit vier Arten Australien, Südasien, das Mittelmeergebiet und Südamerika. Es ist dies entweder ein Hinweis darauf, daß noch manche Glieder zu entdecken sind, oder, daß viele schon ausgestorben sind.

Die Ordnung zerfällt in zwei Familien, die Clathraceae mit verzweigtem, die Gleba umklammerndem oberen Teile des Rezeptakulums, und die Phallaceae mit hohlröhrigem Rezeptakulum, das im oberen Teile von der Gleba umschlossen wird.

Die Familie der **Clathraceae** oder **Gitter-Schwellschwamm-Pilze** umfaßt neun Gattungen, die einander sehr nahe stehen und sich im wesentlichen nur durch die Form des Rezeptakulums unterscheiden. Dieses ist ungestielt bei Clathrus (Taf. 8, Rückseite, B), Blumenavia (Taf. 8, Rückseite, A), Ileodictyon (Taf. 8, Rückseite, F) und Clathrella; die Äste des Rezeptakulums bilden bei den ersten beiden ein geschlossenes, dickleistiges Netz mit langen oder zellenförmigen Maschen (Taf. 8, Rückseite, A, B), Ileodictyon (Taf. 8, Rückseite, F) hat bandförmige, wellig gebogene Rezeptakulumäste, bei Clathrella sind sie zart und an der Basis zu einer kurzen Röhre verbunden. Simblum und Colus haben ein gestieltes, oben gitteriges Rezeptakulum, und zwar sind die Maschen bei Simblum (Taf. 8, Rückseite, D) ungefähr so lang wie breit, bei Colus (Taf. 8, Rückseite, E) wenigstens die unteren verlängert. Bei Lysurus, Anthurus, Aseroë und Calathiscus spaltet sich das Rezeptakulum in frei endende Lappen oder Arme, die bei Lysurus außen, bei den anderen drei Gattungen an der Innenseite von der Gleba bedeckt werden. Bei Anthurus (Taf. 8, Rückseite, C) stehen die wenigen dicken Lappen senkrecht, bei Aseroë (Taf. 8, Rückseite, G) sind die zahlreichen dünnen Lappen sternförmig gespreizt, so daß der Pilz aussieht wie eine Seerose, während sie bei Calathiscus den eingekrümmten, langzackigen Rand einer Schüssel darstellen. Kalchbrennera hat kurze, abstehende, korallenartig gegabelte Fortsätze, zwischen denen die Gleba liegt.

Die meisten Gattungen enthalten nur 1—2 Arten, Simblum hat 4—5, Clathrella und Anthurus 6, die über die ganze Erde zerstreut sind. Erwähnenswert ist vor allem Clathrus, der Gitterschwamm oder Gitterling, von dem eine der wenigen Arten, C. cancellatus, in Nordamerika, Südengland und im Mittelmeergebiet vorkommt; beim Zerfließen entwickeln die mit zierlichen roten Gittern ausgestatteten Fruchtkörper einen säuerlichen Fruchtgeruch mit ekelhafter Beimischung, ebenso auch die Fruchtkörper einer in Südbrasilien vorkommenden Art von Blumenavia. Andere Arten dieser Familie riechen nach faulen Seetieren oder nach verdorbenem Leim. Was die Farbe anbelangt, so sind die Stiele der Rezeptakula selbst meist gelblich fleischrot oder weiß, während die Gitter und Fortsätze gewöhnlich rötlich sind. Die einzige Art von Lysurus, L. mokusin, wird in ihrer chinesischen Heimat benutzt, um mit ihrer Asche Krebsgeschwüre zu heilen; die fleischrot gestielten, mit roten Zipfeln versehenen Fruchtkörper sollen während eines Tages zur Entwickelung gelangen und beim Zerfließen des grünlichen Sporenbreies einen ekelhaften Geruch entwickeln.

Die Familie der **Phallaceae** oder **Röhren-Schwellschwamm-Pilze** zerfällt in sechs Gattungen, von denen Aporophallus, ein kleiner brasilischer Pilz, allein eine glockenförmige Gleba aufweist; Mutinus (Taf. 8, Rückseite, H, M), mit neun über die Erde

zerstreuten Arten, hat weder Hut noch Indusium, die Gleba sitzt der Schwellschicht des Rezeptakulums vielmehr unmittelbar auf. Itajahya (Taf. 8, Rückseite, N), eine in Brasilien vorkommende, nach frischem Hefenteig riechende Art, und die in zwölf Arten über die Erde verbreitete Gattung Ithyphallus (Taf. 8, Rückseite, L) haben zwar einen Hut, aber kein Indusium, während Echinophallus (Taf. 8, Rückseite, J) mit einer einzigen Art in Neuguinea und Dictyophora (Taf. 8, Rückseite, K) mit vier zerstreut wachsenden Arten neben dem Hut noch ein unter ihm am Stiel entspringendes Indusium haben, das bei ersterem kragenartig ist, bei letzterer aber ein schönes hemd- oder glockenartig herabhängendes Netz bildet.

Erwähnenswert ist von der Gattung Mutinus oder Rutenschwamm der Mittel- und Nordeuropa sowie Nordamerika bewohnende M. caninus, der Hunde-Rutenschwamm oder Hunds-Morchling, ein an faulenden Baumstämmen wachsender, aber seltener Pilz mit weißem Stiel und rötlichem Kopf; er soll geruchlos sein, während der südasiatische M. bambusinus nach Menschenkot riecht. Zur Gattung Ithyphallus oder Eichelschwamm gehört neben australischen, südasiatischen, nord- und südamerikanischen Arten auch eine in Europa vorkommende, im übrigen bis Japan, Australien, Nordafrika und Nordamerika verbreitete Art, I. impudicus (Taf. 8, Vorderseite, L), der Gichtschwamm, auch Gichtmorchel oder Stinkmorchel genannt. Er findet sich in Wäldern, Gärten, Obstbaumpflanzungen und Weingärten, wo er besonders nach Regen im Sommer und Herbst auftritt und sich durch seinen leichenartigen Geruch verrät; sein Stiel ist weiß, die reife schleimige Gleba blaugrün. Dieser Pilz wurde früher als Heilmittel gegen Gicht und Rheumatismus sowie zu Liebestränken verwendet, die Hirten verabreichen ihn noch heute dem Vieh zur Verstärkung der Brunst. Er ist auf Friedhöfen häufig und hat daher der Sage der Leichenfinger den Ursprung gegeben. Die schönste Gattung ist jedenfalls Dictyophora, der Netz-Schleierschwamm oder die Schleierdame; D. phalloidea (Taf. 8, Rückseite, K) ist fast über die gesamte wärmere Zone verbreitet und hat ein meist schneeweißes, seltener rosenfarbenes oder bräunliches Rezeptakulum. Auch diese Art entwickelt einen ekelhaften Geruch. Die Streckung des Stieles beginnt nachmittags und ist abends schon vollendet. D. callichroa in Brasilien hat einen orangefarbenen Hut, während Stiel und Indusium weiß sind; der Geruch ist widerlich süß. Die dritte, in Australien vorkommende Art D. multicolor hat ein gelbes Rezeptakulum.

Ordnung 6:

Hymenogastrineae oder Bauchpilze.

Die Bauchpilze besitzen fleischig bleibende, die Außenhülle gewöhnlich nicht zerreißende und daher meist dauernd knollenförmige Fruchtkörper. Das Hymenium überzieht zahlreiche, im Inneren der Fruchtkörper befindliche, fast stets unregelmäßig angeordnete Kammern, deren Wände auch bei der Reife erhalten bleiben, so daß die Sporen weder als pulverige noch als breiige Masse zutage treten.

Das meist weiße Myzel ist fädig oder strangförmig und besteht dann öfters aus verschiedenen Schichten; stromaartige, flächenförmige Ausbildung der Myzelhyphen findet sich bei der Gattung Lycogalopsis. In einzelnen Fällen ist der Zusammenhang dieses Myzels mit der Mykorhiza der Wurzeln höherer Pflanzen nachgewiesen worden. Die auf einem oder auf mehreren Strängen unterirdisch oder auf der Erde sitzenden Fruchtkörper sind gewöhnlich knollenförmig, von der Gestalt kleiner Kartoffeln; Lycogalopsis hat halbkugelige Fruchtkörper. Nur bei der Familie der Secotiaceae sind die Fruchtkörper gestielt, keulig, birnenförmig oder von der Form der Hutpilze; hier findet auch häufig eine Streckung des Stieles statt, infolge deren die Hülle, Peridie genannt, in ähnlicher Weise platzt wie bei den von einer Außenhülle (Volva) bedeckten Hutpilzen. Zuweilen wird hierbei sogar ein von röhrenförmigen Kammern (bei Polyplocium) oder radialen Lamellen (bei Gyrophragmium) unterseits eingenommener Hut frei, eine deutliche Überleitung zu den Röhren- und Blätterschwammpilzen wie Amanita, Volvaria usw. In den anderen Familien zerfällt die

Peridie erst bei der Reife, unregelmäßig oder nach vorgebildeten Linien (bei Phallogaster) oder durch eine scheitelförmige Öffnung (bei Lycogalopsis). Während Gautieria keine deutliche, weil wohl früh vergängliche Peridie besitzt, zeichnen sich Protubera und Phallogaster durch eine Gallertschicht in der Peridie aus, was auf die zu den Phallineae gehörenden Clathraceae hinweist. Die fertile Schicht (Gleba) wird bei den Secotiaceae von einer sterilen Säule (Kolumella) durchzogen, bei den anderen Familien fehlt die Säule oder

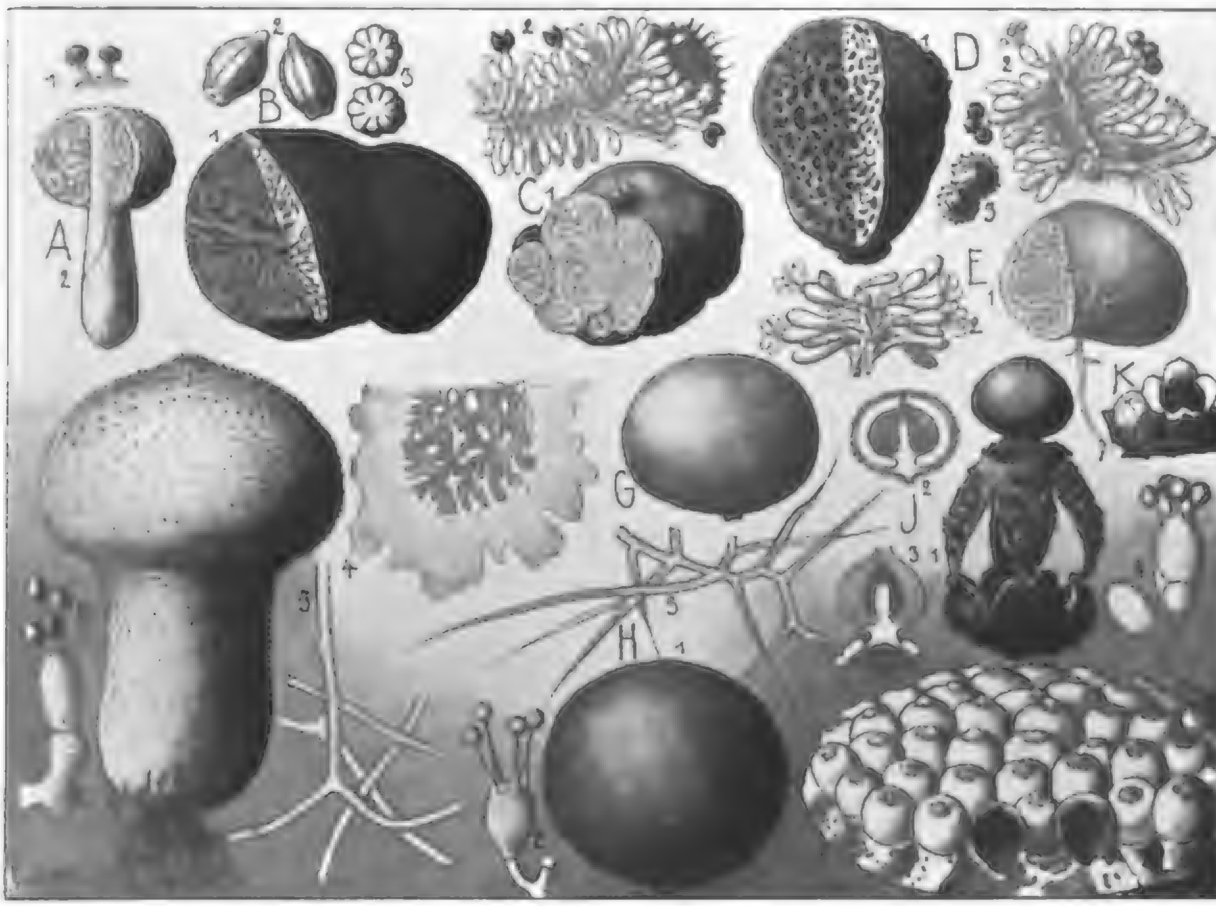


Abb. 34: Bauchpilze (Hymenogastrineae) und Staubpilze (Lycoperdineae).

A Secotium olbium: 1 Habitus, natürl. Größe; 2 vergrößert, mit Längsschnitt.
B Gautieria graveolens: 1 Habitus; 2 Sporen, Längsansicht; 3 Sporen, von oben und unten.
C Hymenogaster Klotzschii: 1 Habitus, mit Querschnitt; 2 Teil des Hymeniums mit Basidien.
D Hydnangium carneum: 1 Habitus, mit Längsschnitt; 2 Teil des Hymeniums; 3 Sporen mit Basidie.
E Rhizopogon luteolus: 1 Habitus, mit Querschnitt; 2 Teil des Hymeniums mit Basidien.
F Lycoperdon gemmatum: 1 Habitus; 2 Basidie; 3 Kapillitiumfasern; 4 Teil eines Längsschnittes durch einen jungen Fruchtkörper.
G Bovista plumbea: Habitus.
H Bovista nigrescens: 1 Habitus; 2 Basidie; 3 Kapillitiumfasern.
J Geaster vulgatus: 1 Reifer Fruchtkörper nach Aufspringen des Exoperidiums; 2 Längsschnitt durch einen jungen Fruchtkörper; 3 Längsschnitt durch einen reifen Fruchtkörper mit aufgesprungenem Endoperidium; 4 Basidie.
K Geaster mirabilis: Geöffneter und ungeöffneter Fruchtkörper.
L Broomeia congregata: Habitus eines Stromas mit Fruchtkörpern.

ist nur kurz. Die Kammerwände (Tramaplatten) sind häufig von der Basis des Fruchtkörpers aus strahlig angeordnet, oft auch ganz unregelmäßig; sie sind meist von fleischiger oder knorpeliger Konsistenz, zuweilen (z. B. bei Octaviana) sind sie infolge des lockeren Mittelgeflechtes leicht in zwei Lamellen spaltbar, was einen Übergang zu den Nidulariineae darstellt, während die Gleba-Anlage bei Hymenogaster an die Phallazeen erinnert. Das Hymenium erzeugt palisadenförmig stehende, keulenförmige Basidien (Abb. 34, C 2, D 2, E 2), die zuweilen mit Zystiden untermischt sind; die Basidien tragen auf dem Scheitel 1—8 teils glatte (Abb. 34, C 2), teils stachelige (Abb. 34, D 3), teils geriefte (Abb. 34, B 2, 3) Sporen von verschiedener Gestalt.

Diese Ordnung sollte ihren Platz eigentlich vor den Hydnazeen, Polyporazeen und Agarikazeen einnehmen, oder noch besser, es sollten die genannten Familien, als besondere Ordnung (etwa Pilomycetes oder Hutpilze) zusammengefaßt und von den übrigen Hymenomyzeten abgetrennt, hinter die Hymenogastrineen gestellt werden.

Die 18 etwa 120 Arten umfassenden Gattungen dieser Ordnung sind über die ganze Erde zerstreut, aber aus den Tropen sind bisher erst wenige Arten bekannt geworden. Von den Sekotiazeen bewohnen die meisten Australien und Südafrika, die anderen Familien sind im wesentlichen aus Europa, Nordamerika und Australien bekannt. Manche Arten sind eßbar, aber da sie meist zerstreut und unterirdisch wachsen, auch keine besonderen Delikatessen sind, so stellt man ihnen nicht wie den Trüffeln nach.

Das unterscheidende Merkmal der Familie der **Secotiaceae** oder **Säulen-Bauchpilze** ist eine den fertilen Teil des Fruchtkörpers, die Gleba, durchsetzende Säule, Kolumella (Abb. 34, A); die Kammerwände gehen von der Peridie aus und sind häufig gegen den unteren Teil der Kolumella hin gerichtet. Die meisten Gattungen haben gestielte, die Peridie durch Streckung zum Platzen bringende Fruchtkörper.

Von den fünf Gattungen sind in Europa nur zwei vertreten, die schon, wie erwähnt, zu den Agarikazeen überleitende Gattung Gyrophragmium, von der eine Art, G. Delilei, aus Südfrankreich, Nordafrika und Zentralasien bekannt ist, während die andere in Texas wächst, und die Gattung Secotium, die in 20 Arten wohl über sämtliche Kontinente verbreitet ist und auch Europa in einigen Arten bewohnt; z. B. wächst in Südfrankreich S. olbium (Abb. 34, A), eine besonders kleine Form von weißer bis bräunlicher Färbung. S. erythrocephalum in Neuseeland und Tasmania hat hochrote Köpfe auf weißem Stiel. Es sind wohl meist durch die Streckung über die Erdoberfläche herausragende Pilze.

Die Familie der **Hysterangiaceae** oder **Strahl-Bauchpilze** hat geschlossene, meist knollenförmige, gewöhnlich unterirdische, trüffelähnliche Fruchtkörper ohne oder mit sehr kurzer Kolumella und mit strahlig von dieser in die fertile Schicht hineinziehenden Kammerwänden. Von den sieben Gattungen bewohnen je zwei, je aus einer Art bestehend, Amerika und Australien, eine andere ist in der einzigen Art Chamonixia caespitosa bisher nur in Chamonix in den Alpen gefunden worden, von Gautieria und Hysterangium sind die meisten Arten aus Europa bekannt.

Der Gattung Gautieria fehlt in erwachsenem Zustande die Peridie; sie hat gerippte Sporen, während diese bei Hysterangium glatt sind. Beide Gattungen sind auch in Deutschland durch einige bis walnußgroße Arten vertreten, Gautieria z. B. durch G. graveolens, die starkriechende Gautierie (Abb. 34, B), die sowohl in Laub- als auch in Nadelwäldern wächst, freilich ziemlich selten ist. Das gleiche gilt für das rettichartig riechende Hysterangium clathroides, den gitterschwammartigen Darm-Bauchpilz.

Die Familie der **Hymenogastraceae** oder **Echten Bauchpilze** hat gewöhnlich gleichfalls knollige, unterirdische, geschlossen bleibende Fruchtkörper, deren Kammern in reifem Zustande unregelmäßig, nicht strahlig angeordnet sind, und deren Kammerwände von der Peridie ausgehen. Eine Kolumella ist in der Regel nicht einmal angedeutet. Sechs Gattungen dieser Familie kommen auch in Deutschland vor, Lycogalopsis ist bisher nur in einer Art in Java gefunden worden.

Die größte Gattung ist Hymenogaster, der echte Bauchpilz, dessen etwa 34 größtenteils europäische Arten sich durch papillenförmig endende ellipsoidische Sporen auszeichnen. H. Klotzschii (Abb. 34, C) ist in Europa weit verbreitet und kommt auch in Australien vor; er wächst besonders auf Heiden, man findet ihn aber auch in Blumentöpfen. H. niveus soll gelegentlich in Schlesien als Trüffel gesammelt und auf den Markt gebracht werden. In Italien sind Vertreter dieser Gattung teilweise recht häufig. Die meisten Arten haben einen eigenartigen Geruch; nach der Reife trocknen sie ein oder zerfließen.

Octaviana, der Spalt-Bauchpilz, mit etwa 14 Arten, hat dicht stachelige, kugelige Sporen und eine sterile Fruchtkörperbasis; die Kammerwände der gelatinös werdenden Gleba sind spaltbar, die Peridie ist

leicht ablösbar. Hydnangium, der Trüffel-Bauchpilz, hat ebensolche Sporen, aber bis zur Basis fertile Fruchtkörper mit nicht spaltbaren Wänden und nicht abtrennbarer Peridie. Die Fruchtkörper zeigen sich auch häufig über dem Boden. Unter den elf Arten ist namentlich H. carneum, der fleischfarbene Trüffel-Bauchpilz (Abb. 34, D), zu erwähnen, der auf Heiden und in Blumentöpfen vorkommt, z. B. auch bei Berlin.

Leucogaster, Rhizopogon und Sclerogaster haben wurzelartige Myzelstränge an den Fruchtkörpern und sind zuweilen von ihnen nicht nur am Grund überzogen. Sclerogaster, der nur aus einer Art bestehende Hart-Bauchpilz, hat kugelige, warzige Sporen, die anderen beiden glatte. Leucogaster, der Weiß-Bauchpilz, eine nur zwei Arten umfassende Gattung, hat eine weiche Peridie und zuerst von Gallert erfüllte Kammern. Rhizopogon, der Wurzel-Bauchpilz, mit 15 Arten, hat eine lederige oder häutige, kaum abziehbare, meist netzförmig von Myzelsträngen überzogene Peridie sowie von Anfang an hohle Kammern; im Alter zerfließen die Knollen zu Brei. Rh. rubescens und luteolus, der rötliche und gelbliche Wurzel-Bauchpilz (Abb. 34, E), sind am häufigsten; es sind zuerst weiße, später gelblich bis olivenfarbig werdende Pilze. Ersterer nimmt an der Luft eine rötliche Farbe an. Jung sind beide eßbar und von mildem Geschmack, Rh. rubescens, auch Schweinetrüffel genannt, kommt sogar in Schlesien, Böhmen usw. gelegentlich als Ersatz der echten Trüffel auf den Markt. Sie werden wie die Kastanien geröstet und heiß gegessen, sind aber nicht besonders wohlschmeckend.

Ordnung 7:

Lycoperdineae oder Staubpilze.

Die Staubpilze sind Pilze mit bis zur Reife geschlossen bleibenden, anfangs fleischigen, später mehr oder weniger erhärtenden, reichgekammerten Fruchtkörpern, die von einer zwei- oder mehrschichtigen Peridie umhüllt sind, deren äußere pseudoparenchymatische Schicht sich bei der Reife ablöst. Die fertile Schicht, die Gleba, zerfällt bei der Reife in eine pulverige Sporenmasse, die untermischt ist mit derbwandigen, verzweigten, als Kapillitium (Abb. 34, F 3, H 3) bezeichneten Hyphen.

Das Myzel ist häufig flockig bzw. spinngewebartig oder hautartig, indem es das Substrat durchwuchert oder überzieht und gleichzeitig dem Fruchtkörper als Unterlage dient. In anderen Fällen ist es strangartig und differenziert sich dann zuweilen in eine innere, lockere Markschicht, deren Hyphen teilweise große Zellräume führen, und in eine dichte Rindenschicht, deren Hyphen zuweilen so verdickt sind, daß der Zellraum ganz ausgefüllt ist. In einigen Fällen, z. B. bei Broomeia, ist ein deutliches Myzellager (Stroma) ausgebildet, dem die Fruchtkörper eingesenkt sind.

Die teilweise zuerst unterirdisch angelegten Fruchtkörper befinden sich bei der Reife ziemlich vollständig über dem Boden. Sie sind von mehr oder weniger rundlicher Form, oft fast vollkommen kugelig (Abb. 34, G, H), in anderen Fällen wieder dick gestielt (Abb. 34, F), häufig von beträchtlicher Größe. Der Fruchtkörper ist entweder ganz oder in dem oberen Teile von der fertilen Schicht, der Gleba, ausgefüllt; in letzterem Falle verkümmern die ursprünglichen Anlagen fertiler Kammern des unteren Teiles nachträglich oder gelangen doch nicht zur Sporenbildung; Geaster hat in der Achse des Fruchtkörpers eine deutliche, ziemlich hoch hinaufragende Kolumella (Abb. 34, J 2, 3). Die fertilen, unregelmäßig angelegten (Abb. 34, F 4) Kammern sind von dicht stehenden Basidien überzogen, die an ihrem Scheitel 4—8 glatte oder warzige, kugelige oder längliche Sporen abgliedern (Abb. 34, F 2, H 2, J 4). Bei der Reife werden die Kammerwände (Tramaplatten) desorganisiert, nur einzelne verschieden gestaltete und verzweigte, mit derber, brauner Haut versehene Hyphen bleiben als Kapillitiumfasern erhalten. Die innere Schicht der Peridie, das Endoperidium, ist meist dünn und papierartig, selten dick und korkartig, und besteht aus einem ziemlich dichten Hyphengeflecht. Die äußere Schicht, das Exoperidium, ist fast stets zellgewebartig dicht und

häufig außen warzig oder stachelig; bei Geaster ist diese Schicht noch von einer derb-faserigen und diese wieder von einer lockeren Myzelschicht umgeben. Bei der Reife löst sich das Exoperidium unregelmäßig oder fetzenartig, bei der nordamerikanischen Gattung Catastoma durch einen ringförmigen Querriß; bei Geaster zerreißt es durch vom Scheitel ausgehende Risse, wobei die einzelnen Lappen sternförmig auseinanderspreizen. Das Endoperidium reißt entweder unregelmäßig auf, oder es öffnet sich durch ein scheitelständiges, seltener basales Loch.

Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Ordnung ist gering. Einige Arten der Gattungen Lycoperdon, Globaria und Bovista dienen in jugendlichem Zustande als Speisepilze. Später sind sie, da sie nur trockenes Pulver in einer trockenen Hülle enthalten, völlig ungenießbar. Dagegen dienen sie in diesem Zustande als blutstillendes Mittel und waren früher auch offizinell.

Die Verwandtschaft mit den Hymenogastrineen ist eine nahe: hauptsächlich das Kapillitium und die Differenzierung der Peridie trennen die beiden Ordnungen.

Die einzige Familie ist die der **Lycoperdaceae** oder **Staubpilze.** Sie wird von sieben gut bekannten, etwa 300 Arten umfassenden Gattungen gebildet, wozu noch mehrere ungenügend bekannte hinzukommen. Sechs Gattungen stehen einander sehr nahe, während Geaster durch den Bau der Exoperidie und die Kolumella von ihnen ziemlich verschieden ist. Von diesen sechs Gattungen zeichnet sich die auch in Ost- und Südeuropa vorkommende, aus 13 Arten bestehende Gattung Mycenastrum durch eine korkige Innenschicht der Peridie sowie durch kleindornige Kapillitiumzweige aus.

In Deutschland sind vertreten Lycoperdon, Globaria und Bovista, erstere zwei mit ziemlich gleichmäßig dicken Kapillitiumästen (Abb. 34, F 3), letztere mit dornig verzweigtem Kapillitium (Abb. 34, G 3). Die ersten beiden sind wieder dadurch verschieden, daß der Fruchtkörper bei Globaria ganz fertil, bei Lycoperdon unten steril ist.

Die Gattung Lycoperdon oder Stäubling enthält etwa 100 über die ganze Erde zerstreute Arten. Es sind Pilze mit oberhalb der Erde zur Entwickelung gelangenden, meist ziemlich großen, zur Reifezeit gewöhnlich gelblichen oder bräunlichen, kugeligen, birnenförmigen oder unten stielartig verengten und dadurch keulenförmigen Fruchtkörpern mit papierartigem, schließlich unregelmäßig zerfallendem oder am Scheitel mit einem Loch sich öffnendem Endoperidium und anfangs fleischigem, später häutigem oder lederigem, oft warzigem, gefeldertem, schuppigem oder stacheligem Exoperidium, das schließlich zerbröckelt. Das Kapillitium steht mit der inneren Peridie in Verbindung und geht in das sterile Gewebe der basalen Kammern über. Die kugeligen Sporen sind grau bis olivenfarbig oder auch violett und stäuben als feines Pulver bei Berührung der Peridie aus. Dieses Sporenpulver wird zwar vom Volk oft für giftig gehalten und gilt als besonders schädlich für die Augen, es ist dies aber nicht der Fall; die jungen, noch fleischigen Fruchtkörper sind sogar eßbar. Häufig sind bei uns L. caelatum, der gefelderte oder Hasen-Stäubling, auf Weideplätzen und mageren Wiesen, mit eiförmigen, gefelderten Fruchtkörpern, sowie L. gemmatum, der gemeine oder gekörnte Stäubling (Abb. 34, F; Taf. 7, K), auf Triften und Waldwiesen, mit kleinschuppigen, keulenförmigen Fruchtkörpern. L. pyriforme, der Birnen-Stäubling, auch Warzen- oder Flaschen-Stäubling genannt, hat birnenförmige, L. saccatum unten faltige und von dem oberen Teil abgeschnürte Fruchtkörper.

Die Gattung Globaria oder Kugel-Stäubling hat kugelige oder eiförmige, völlig fertile Fruchtkörper mit meist in Fetzen sich ablösender, häutiger oder feinkörniger Peridie. Es sind etwa 50 Arten bekannt. Bei uns findet sich auf Äckern nach der Ernte und auf Brachen häufig der nur 1—2 cm lange Zwerg-Stäubling, Gl. furfuracea (oder pusilla), sowie der bis über $^1/_2$ m breite, feste, kugelige Riesen-Stäubling, Gl. bovista (oder gigantea), der früher offizinell war, bekannt als Fungus chirurgorum, Bovista (latinisiert aus Busch-Fist), Crepitus lupi, Wundschwamm, Wolfsrauch usw.

Die Gattung Bovista oder Eier-Stäubling hat annähernd kugelige, bis auf das dornige Kapillitium denen der Globaria gleiche Fruchtkörper; es sind etwa 60 Arten bekannt. In Deutschland auf Wiesen und Triften häufig ist der in der Jugend wohlschmeckende schwärzliche Eier-Stäubling, B. nigrescens (Abb. 34, H), und der kleinere bleifarbene Eier-Stäubling, B. plumbea (Abb. 34, G).

Der Gattung Geaster oder Erdstern sind kugelige oder birnenförmige, oft zuerst unterirdische Fruchtkörper eigen. Bei der Reife trennt sich meist die innere von der äußeren Schicht des Exoperidiums; letztere bleibt als rauhes, becherförmiges Gebilde bestehen, während erstere sternförmig vom Scheitel her einreißt, indem die Lappen entweder nur spreizen (Abb. 34, K) oder aber ganz umklappen und auf diese Weise das von Sporen gefüllte Endoperidium in die Höhe heben, das sich dann durch scheitelständige Öffnungen entleert (Abb. 34, J 1). Die spindelförmigen Kapillitiumfasern sind meist wenig verzweigt, die kugeligen Sporen meist feinwarzig.

Unter den zahlreichen weniger bekannten Gattungen von daher unsicherer Stellung haben einige ein deutliches Stroma, in das die Fruchtkörper eingesenkt sind, z. B. Broomeia, der Lager-Stäubling (Abb. 34, L), eine in zwei Arten in Nordamerika, Westindien und Südafrika vorkommende Gattung.

Ordnung 8:

Nidulariineae oder Nestpilze.

Bei den Nestpilzen öffnen sich die Fruchtkörper zur Zeit der Reife becherartig; sie enthalten mehrere sich bei der Reife voneinander isolierende und dann linsenförmige Körper darstellende Kammern.

Das Myzel besteht im allgemeinen aus zarten, häufig Schnallen bildenden Hyphen; durch Wandverdickung geht es zuweilen in einen Dauerzustand über und kann auch in Oidien zerfallen. Es bildet entweder ein flockiges, lockeres Geflecht oder Stränge, die einen zarten Markteil unterscheiden lassen.

Die kugeligen, kreiselförmigen oder zylindrischen Fruchtkörper sind von einer einfachen oder mehrschichtigen Peridie umhüllt, die sich bei der Reife becherförmig öffnet. Die den Fruchtkörper ausfüllende fertile Schicht (Gleba) zerfällt in geschlossene, anfangs rundliche, später abgeplattete, unregelmäßig angeordnete Kammern. Das diese Kammern innen überziehende Hymenium ist von keulenförmigen, 2—4sporigen Basidien und dazwischenstehenden dünnen Paraphysen bedeckt (Abb. 35, B 4). Die ellipsoidischen oder eiförmigen Sporen sind glatt. Die Wände der Kammern werden von dichtem, später nebst Basidien und Paraphysen durch Wandverdickung verhärtendem Hyphengeflecht gebildet, das nach außen von einer dicken Schicht dünnerer Hyphen umgeben ist. Diese voneinander durch gallertige, später zerfließende Hyphen getrennten Kammern bezeichnet man als Peridiolen. Zur Reifezeit liegen die linsenförmigen Peridiolen bei Nidularia frei in dem Becher, bei Cyathus und Crucibulum sind sie durch einen Nabelstrang (Funiculus) mit der Peridie verbunden (Abb. 35, B 2, C 2). Diese Nabelstränge sitzen als Knäuel an der Unterseite der Peridiolen, von einer becherförmigen (Abb. 35, C 3) oder röhrigen (Abb. 35, B 3) Scheide eingehüllt. Sie quellen beim Anfeuchten stark auf und können z. B. bei Cyathus striatus bis zu 12 cm lang werden. Bei Cyathus und Crucibulum bleibt auch die Mündungsöffnung der Peridie durch eine zarte Haut (Epiphragma) noch eine Zeitlang geschlossen. Die Verbreitung geschieht vermutlich durch Tiere, welche die Peridiolen verschleppen oder vielleicht fressen; jedenfalls scheinen die Sporen bei höheren Temperaturen am regelmäßigsten zur Keimung zu gelangen.

Eine wirtschaftliche Bedeutung haben die sämtlich ziemlich kleinen und kaum fleischigen Arten nicht.

Diese Ordnung schließt sich ungezwungen an die Hymenogastrineen an, und zwar am besten an Octaviana, die spaltbare Kammerwände hat.

Die einzige Familie dieser Ordnung, die der **Nidulariaceae** oder **Nestpilze**, enthält drei Gattungen mit etwa 60 Arten.

Die Gattung Nidularia oder Nestpilz, auch Nestling genannt, hat rundliche Fruchtkörper. Das Epiphragma sowie die Nabelstränge der Peridiolen fehlen ihr. Die letzteren liegen vielmehr frei und dicht gedrängt in der Peridie (Abb. 35, A 2), die sie gewöhnlich sogar etwas höckerig auftreiben (Abb. 35, A 1). Von den etwa 16 Arten finden sich mehrere in Deutschland. Zu den größeren Formen gehört N. confluens, der zusammenfließende Nestpilz (Abb. 35, A), mit weißlichen oder gelblichgrauen Peridien und braunen, 6—7 mm breiten Peridiolen. Andere Arten sind nur 2—3 mm breit.



Abb. 35: Nestpilze (Nidulariineae) und Hartbauchpilze (Sclerodermatineae).

A Nidularia confluens: 1 Habitus; 2 Längsschnitt durch N. australis, vergrößert.
B Crucibulum vulgare: 1 Habitus; 2 Längsschnitt durch den Fruchtkörper; 3 Stück eines Längsschnittes durch den jungen Fruchtkörper; 4 Basidien und Paraphysen.
C Cyathus striatus: 1 Habitus; 2 ein Stück der Peridienwand mit ihr ansitzenden Peridiolen; 3 eine Peridiole mit einem Funikulusknäuel, der mit Hilfe einer Nadel hervorgezogen worden ist.
D Cyathus olla: Habitus.
E Calostoma cinnabarinum: 1 Habitus; 2 Längsschnitt; 3 Basidie; 4 Kapillitiumfaser.
F Scleroderma vulgare: 1 Habitus, zur Hälfte im Längsschnitt; 2 Basidie.
G Tulostoma mammosum: 1 Habitus; 2 Längsschnitt; 3 Basidie.
H Astraeus stellatus: 1 Habitus; 2 Längsschnitt; 3 Basidie.
J Sphaerobolus carpobolus: 1 Habitus; 2 Querschnitt; 3 Längsschnitt (2 und 3 stark vergrößert).
K Podaxon carcinomalis: 1 Habitus; 2 Längsschnitt; 3 Basidie; 4 Spore.

Die Gattung Crucibulum oder Tiegelpilz, mit nur drei Arten, hat anfangs kugelige, später tiegelförmige Fruchtkörper, deren Mündung lange durch ein Epiphragma verschlossen bleibt, außerdem die erwähnten Nabelstränge. Am häufigsten ist das über alle fünf Weltteile verbreitete ockerfarbene C. vulgare, der gemeine Tiegelpilz (Abb. 35, B).

Die Gattung Cyathus oder Becherpilz, auch Teuerling genannt, unterscheidet sich von der vorigen Gattung außer durch den Bau der Peridiolenstiele durch einen mehr oder weniger deutlichen Saum an der Mündung der erst zylindrischen, dann becherförmigen, oft behaarten Peridie. Von den 42 Arten hat ein Teil gestreifte oder gefurchte, der andere Teil glatte Peridien. Der über alle Weltteile verbreitete, 10—14 mm hohe, ockerfarbene oder graue C. olla oder vernicosus, der gefirnißte Becherpilz (Abb. 35, D), gehört zu den Arten mit glatter Peridie.

Ordnung 9:

Sclerodermatineae oder Hartbauchpilze.

Die Hartbauchpilze haben geschlossen bleibende Fruchtkörper mit einfacher oder mehrschichtiger Hautschicht (Peridie) und einer den Fruchtkörper ausfüllenden fertilen Schicht (Gleba) ohne hohle Kammern, in der die Basidien, unregelmäßig verteilt oder seltener büschelig vereinigt, Gruppen bilden. Zuweilen wird die Gleba von sterilen Adern durchzogen. Bei der Reife öffnet sich die Peridie in verschiedener Weise, und die Gleba zerfällt meist zu einer pulverigen Masse mit oder ohne Kapillitium.

Das Myzel ist fleischig bzw. fädig oder auch strangförmig; Dauermyzel, also sklerotienartige Bildungen, finden sich bei Tulostoma in den Jugendstadien der Fruchtkörper. Bei Pisolithus hat man einen Zusammenhang des Myzels mit den Wurzeln von Cistus und Pinus beobachtet und nimmt daher eine Verbindung mit den Mykorhizen dieser Pflanzen an.

Die entweder dauernd unterirdischen oder später über die Erde herauswachsenden oder auch von Anfang an oberirdischen Fruchtkörper sind bald knollig bzw. kugelförmig (Abb. 35, F1, H2, J1), bald keulenförmig, zuweilen lang gestielt (Abb. 35, E1, G1). Die Gleba ist manchmal von einer Kolumella durchsetzt, z. B. bei Podaxon (Abb. 35, K2), und wird in sehr verschiedener Weise von den die Basidien tragenden Hyphen bzw. Hyphenbündeln durchzogen. Die keulen- oder birnenförmigen Basidien tragen 2—12 rundliche oder ellipsoidische Sporen, häufig teilweise unterhalb des Scheitels (Abb. 35, E3, F2, G3, H3, K3). Die Calostomataceae und Tulostomataceae haben innerhalb der pulverigen Sporenmasse zu Kapillitiumfasern verhärtete Myzelfäden (Abb. 35, E4). Bei Pisolithus isolieren sich die Basidiengruppen durch Spaltung der zwischen ihnen liegenden Gewebspartien zu rundlichen oder eckigen Peridiolen. Bei Sphaerobolus wird die Gleba von einer Schicht in Palisadenform stehender eigenartiger Hyphen umgeben, die bei der Reife quellen und die Gleba nach Sprengung der Peridie als Ball herausschleudern (Abb. 35, J3). Die Peridie ist bald hart und brüchig, bald lederig oder häutig, zuweilen von der Gleba kaum scharf abgegrenzt, öfters zweischichtig und dann meist hoch differenziert, was mit dem Öffnungsmechanismus zusammenhängt. Konidien sind nicht bekannt, dagegen findet sich bei Sphaerobolus stellatus eine Vermehrung durch Gemmenbildung, indem sich an den Hyphen neben den Basidien inhaltreiche Stücke abgrenzen.

Der wirtschaftliche Wert ist gering, einige Sklerodermatazeen der Gattungen Melanogaster, Pompholyx, Pisolithus werden gegessen, dagegen gilt Scleroderma vulgare als giftig.

Man findet in dieser Ordnung Parallelerscheinungen zu den drei vorhergehenden Ordnungen, indem der Hauptunterschied nur in der ziemlich regellosen Anordnung der Basidien und dem Fehlen von Kammern besteht. Legt man hierauf keinen großen Wert — und Übergänge sind vorhanden —, so muß man die Ordnung auflösen und die einzelnen Bestandteile den anderen Ordnungen einfügen. Jedenfalls nehmen die Sklerodermatazeen eine ursprünglichere Stufe ein: sie schließen sich an die einfacheren Formen der Autobasidiomyzeten, bei denen sich ein regelmäßiges Hymenium noch nicht ausgebildet hat.

Die Ordnung zerfällt in fünf, im ganzen etwa 150 Arten umfassende Familien, deren Charaktere sich hauptsächlich in der Beschaffenheit der Gleba und Peridie sowie in der Anordnung der Basidien ausdrücken.

Die Familie der **Podaxaceae** oder **Achsenfußpilze** enthält Pilze mit oberirdischen gestielten, keulen- oder birnenförmigen Fruchtkörpern, deren einfache, brüchige Peridie meist

von Schuppen bedeckt ist. Die schwammige Gleba ist angefüllt mit Gruppen oder Büscheln von Basidien, die durch sterile Hyphenstränge getrennt sind; bei zwei der drei trockene Gebiete bewohnenden Gattungen findet sich eine Kolumella. Ein Kapillitium ist entweder ausgebildet oder rudimentär. Podaxon (Abb. 35, K) ist mit etwa 20 Arten die größte Gattung und bewohnt trockene und warme Gebiete der verschiedenen Erdteile.

Die Familie der **Sclerodermataceae** oder **Hartbauchpilze** hat knollige, zuweilen einem wurzelartigen Stiel aufsitzende unter- oder oberirdische Fruchtkörper, deren verschieden dicke, nicht geschichtete, öfters warzige Peridie bei der Reife unregelmäßig aufreißt. Die Gleba wird von sterilen Adern durchzogen, in den Basidien führenden Teilen sind die Basidien regellos den Hyphen eingelagert, das Kapillitium ist rudimentär.

Von den sechs Gattungen ist eine der wichtigsten Melanogaster, der Schwarzbauchpilz, dessen lederartige gelbliche oder braune, von der Gleba nicht scharf abgesetzte Peridie von wurzelartigen Myzelsträngen überzogen ist; die ellipsoidischen, glatten Sporen sind dunkel gefärbt und bilden bei der Reife eine breiige Masse. Die meisten der etwa acht gewöhnlich unterirdisch wachsenden Arten finden sich in Mittel- und Südeuropa, und zwar in Laubwäldern, vor allem M. variegatus, ambiguus, odoratissimus. Sie haben in der Regel ein starkes Aroma. Einige Arten werden gegessen, so z. B. in Indien der rhabarberartig riechende M. durissimus.

Am bekanntesten ist die Gattung Scleroderma, der Hartbovist, mit etwa 25 über die Erde verbreiteten Arten, darunter mehreren deutschen. Die teilweise unterirdisch, größtenteils aber oberirdisch lebenden Fruchtkörper sind knollig, häufig etwas gestielt oder mit wurzelähnlichen Myzelästen an der Basis versehen. Sie haben eine dicke, einschichtige, korkige oder lederige, scharf abgesetzte Peridie, deren Oberfläche oft schuppig oder gefeldert ist. Die anfangs fleischige und weiße, später dunkel gefärbte und von sterilen Adern durchzogene Gleba vertrocknet schließlich und wird pulverig. Die Sporen sind kugelig und zuerst einzeln von einer Hyphenhülle umgeben. Die häufigste Art ist S. vulgare, der gemeine Hartbovist (Abb. 35, F), auch Kartoffel-Bovist oder Pomeranzen-Härtling genannt, mit 3—6 cm breiten, flach kugelig sitzenden Fruchtkörpern, deren außen leder- bis holzartige, warzig gefelderte, meist rissig aufspringende Peridie am Grunde zitronengelb, sonst weiß bis bräunlich ist. Der Inhalt der Gleba ist bläulichschwarz, von weißen Adern durchzogen; der Geruch ist schwach pilzartig. Die Art ist bis Afrika, Australien und Amerika verbreitet und in Deutschland auf Wiesen und in Wäldern nicht selten. Sie wird zuweilen als echte Trüffel verkauft, soll aber, in größerer Menge gegessen, schädlich sein, was indessen auch bestritten wird. In Ostdeutschland wird sie jedenfalls gegessen. Durch die dicke weiße, außen gefelderte Schale und das nicht marmorierte, nur fein geaderte blauschwarze Innere ist die Art leicht von den Trüffeln zu unterscheiden.

Der sehr ähnlichen, unterirdisch wachsenden Gattung Pompholyx, dem Knollen-Bovist, fehlt die Hyphenhülle der Sporen. Ihre einzige Art, P. sapidum, kommt in Osteuropa vor und findet sich noch in Böhmen, wo sie, ähnlich wie Choiromyces maeandriformis, als weiße Trüffel (vgl. S. 125) gegessen wird, der sie auch im Geschmack ähneln soll.

Die durch ihre in Peridiolen zerfallende Gleba unterschiedene Gattung Pisolithus ist in 18 Arten bekannt und besonders in Australien verbreitet. Auch in Deutschland kommen mehrere Arten vor, z. B. P. arenarius, der Erbsen-Streuling, sowie P. crassipes, der Dickfuß-Streuling, Pilze, die, bevor ihr Inneres in eine Staubmasse zerfällt, als vortreffliche Gewürzpilze gesammelt und besonders zur Wurst verwendet werden.

Die Familie der **Calostomataceae** oder **Schönmundpilze** hat kugelige, wenigstens zur Zeit der Reife über dem Erdboden befindliche Fruchtkörper mit hochdifferenzierten Peridien und einem ausgebildeten, netzförmigen Kapillitium. Die Basidien lagern regellos in dem von sterilen Adern durchzogenen Hyphengeflecht der Gleba.

Von den beiden Gattungen hat Calostoma, der Schönmundpilz, eine mit über einem Dutzend Arten die Tropen einschließlich Australien bewohnende Gattung, einen Fruchtkörper, der während des Reifens einen stielartigen, von gewellten knorpeligen Myzelsträngen gebildeten Fuß hervortreibt, welcher die äußere Peridienschicht durchbricht (Abb. 35, E 1). Das Exoperidium besteht aus einer äußeren weichen, weißen Schicht, darunter einer meist roten, lockeren Hyphenschicht und darunter wieder einer hohlkugeligen, knorpeligen, gelbbräunlich oder grünlich gefärbten Schicht. An der Spitze der letzteren

ist das Endoperidium als dünnwandiger, die Gleba umschließender, frei herabhängender Sack angeheftet (Abb. 35, E 2). Bei der Reife zerreißt die äußere Schicht unregelmäßig, die Knorpelschicht dagegen reißt am Scheitel sternförmig ein und ist dann häufig von einem roten Saum umgeben: daher der Name „Schönmund". Die Basidien tragen zahlreiche Sporen (Abb. 35, E 3), das Kapillitium oft leistenförmige Vorsprünge (Abb. 35, E 4).

Die zweite Gattung Astraeus oder Sternpilz enthält nur eine, in sandigen Nadelwäldern auch in Deutschland häufige Art, A. stellatus (Abb. 35, H). Es ist ein größerer ungestielter, anfänglich unterirdischer Pilz mit dünnem, häutigem Endoperidium und aus drei Schichten bestehendem Exoperidium, dessen äußerste Schicht dünn ist, während die mittlere korkig und die innerste, von leicht quellenden Hyphen gebildete Lage hornig ist (Abb. 35, H 2). Bei der Reife reißt die äußere Peridie strahlig, in 7—20 Lappen auf, und bei feuchtem Wetter breiten sich die Lappen sternförmig aus, um sich bei trockenem Wetter wieder zusammenzuschließen. Diese auch häufig als Geaster hygrometricus oder Wetter-Erdstern bezeichnete Art gehört schon deshalb nicht in die Gattung Geaster, weil die Kolumella fehlt und der Bau der Peridie ein ganz anderer ist.

Die Familie der **Tulostomataceae** oder **Stiel-Bauchpilze** unterscheidet sich von der vorigen eigentlich nur durch das Fehlen der sterilen Aderung in der Gleba; auch ist das Exoperidium nur ein- bis zweischichtig. Es sind anfänglich unterirdische Pilze, deren kugelige oder flachkugelige Fruchtkörper aber durch die nachträgliche Bildung eines stielartigen, meist faserigen Fußes emporgehoben werden (Abb. 35, G 1).

Von den vier, meist trockenere Gebiete bewohnenden Gattungen ist erwähnenswert Battarrea mit flachkugeligen, gestielten Fruchtkörpern, die eine flach glockenförmige Gleba umschließen. Die innere Peridie reißt hier durch eine Ringspalte auf, das Kapillitium hat ring- oder schraubenförmige Verdickungsleisten. Von den acht Arten sind mehrere in Südeuropa heimisch, B. phalloides dringt auch bis England und Frankreich vor. Die Gattung Tulostoma oder Stiel-Bauchpilz hat nichtskulpturierte Kapillitiumfasern und rundliche, gestielte Fruchtkörper, deren innere Peridie sich am Scheitel öffnet (Abb. 35, G 2). Von den 40 großenteils in Afrika, Amerika und dem Mittelmeergebiet verbreiteten Arten findet sich in Deutschland T. mammosum, der Zitzen-Stiel-Bauchpilz (Abb. 35, G 1), häufig auf Sandboden, steinigen Äckern und Lehmmauern: es ist ein Pilz mit gelblichweißer, etwas schuppiger, am Scheitel warzenförmiger äußerer und mit kreisförmigem Scheitelloch aufspringender innerer Peridie. Weniger häufig ist das ähnliche T. fimbriatum mit gezähnelt-gewimperter Mündung der inneren Peridie.

Die Familie der **Sphaerobolaceae** oder **Schleuder-Bauchpilze** hat gleichfalls eine scharf differenzierte Peridie, deren Exoperidium aus drei Schichten besteht, nämlich aus einer äußeren gallertigen, einer mittleren gewebeartigen und einer inneren faserigen Schicht, während das Endoperidium von einer stark quellbaren Schicht radial gestellter, prismatischer Zellen gebildet wird (Abb. 35, J 2). Bei der Reife platzen die äußeren zwei Schichten der Peridie sternförmig auf. Indem sich gleichzeitig die Faserschicht von der ihr außen anliegenden Gewebeschicht löst und, mit der Schicht radialer Zellen verbunden, umstülpt, wird die zu dieser Zeit schleimige Gleba mit großer Kraft fortgeschleudert (Abb. 35, J 3). Ein Kapillitium ist in der Gleba nicht vorhanden, wohl aber undeutliche sterile Adern; die eigenartige Gemmenbildung des Myzels der Gleba wurde schon oben erwähnt.

Von den wenigen Arten der einzigen Gattung ist nur Sphaerobolus carpobolus, der Kugelschneller (Abb. 35, J), gut bekannt, ein auf der ganzen Erde verbreiteter, auf faulem Holze und anderen Pflanzenteilen wachsender, zuerst kugeliger und weißer, $1\frac{1}{2}$—2 mm breiter, an der Gleba und der Innenseite der Peridienlappen orange gefärbter Pilz.

Klasse 4:

Fungi imperfecti oder unvollständig bekannte Pilze.

Unter der Bezeichnung Fungi imperfecti werden nicht etwa sämtliche Pilze zusammengefaßt, deren Entwickelung nicht völlig bekannt ist, sondern nur solche, die man bei dem Fehlen von Schläuchen, Basidien und echten Kopulationen vorläufig keiner der drei

Hauptklassen der Pilze einzuordnen vermag. Es sind bei ihnen nur solche Fortpflanzungsorgane bekannt, die wir oben als Nebenfruchtformen kennen gelernt haben, d. h. Konidien in irgendeiner der mannigfachen Formen ihres Auftretens. Bald sprossen sie unmittelbar aus dem Myzel oder entstehen als Oidien durch Teilung desselben, bald sitzen sie in mannigfacher Weise, gestielt (auf Sterigmen) oder ungestielt, an Konidienträgern. Diese sind unverzweigt oder bilden bei stärkerer Verzweigung Konidienstände; die Konidienträger schließen sich auch oft bündelartig zu Koremien oder palisadenartig zu Lagern zusammen. Häufig entstehen letztere auf einer aus lockerem Hyphengeflecht gebildeten Scheibe (Subiculum) oder auf einem dichten Hyphengeflecht (Stroma) und stellen dann ein Konidienhymenium dar. Kleidet das Hymenium eine mehr oder minder geschlossene, von einem festen Hyphengeflecht umgebene Höhlung aus, so bezeichnet man dieses Gehäuse als Pyknide: sind die Sporen klein, als Mikropyknide, sonst als Makropyknide. Die früher Spermatien genannten Sporen heißen jetzt Pyknokonidien, die kleinen auch Mikrosporen, die größeren Makrosporen. Die Pykniden können frei stehen oder in ein Stroma halb oder ganz eingesenkt sein.

Die meisten Arten dürften zu den Schlauchpilzen gehören, da bei diesen erwiesenermaßen solche Nebenfruchtformen am häufigsten vorkommen, ja fast allgemein verbreitet sind; manche Formen, die früher als Fungi imperfecti galten, sind neuerdings auch schon wirklich als Schlauchpilze erkannt worden. Da das natürliche System sich auf die Fruchtkörper mit Asken oder Basidien aufbaut, und da erfahrungsgemäß häufig Pilze, die sich systematisch fern stehen, ähnliche Konidienformen entwickeln, umgekehrt aber einander nahe verwandte recht verschiedene, so wird eine systematische Gliederung nach Konidien derjenigen nach Asken und Basidien nicht parallel gehen: nennt man jenes System natürlich, so wird man dieses künstlich nennen müssen. Immerhin gibt ein solches auf Konidien aufgebautes System wenigstens die Möglichkeit, sich in der riesigen Formenfülle zurechtzufinden; soll doch die Zahl der gegenwärtig bekannten Fungi imperfecti die der Askomyzeten übertreffen.

Die meisten Fungi imperfecti sind Saprophyten, und manche von ihnen stiften Schaden durch Zerstörung von Nahrungsmitteln. Unter der übrigens auch recht erheblichen Zahl der Parasiten gibt es nicht wenige, die den Pflanzen ernste Schädigungen zufügen, und auch einzelne, die Tiere oder Menschen befallen.

Man teilt die Fungi imperfecti ein in drei Reihen, nämlich in die Sphaeropsidales, die Pykniden besitzen, in die Melanconiales mit Konidienlagern und in die Hyphomycetes mit freien oder zu Bündeln (Koremien) vereinigten Konidienträgern bzw. mit unmittelbar am Myzel sitzenden Konidien.

Reihe 1:
Sphaeropsidales oder Pykniden-Pilze.

Die Reihe der Sphäropsidalen umfaßt die Familien der Sphaerioïdeaceae, Nectrioïdeaceae, Leptostromataceae und Excipulaceae. Die beiden ersteren haben kugelige Gehäuse, die erste schwarze, kohlige, die zweite hellfarbige, die dritte Familie hat kuppel- oder schildförmig der Unterlage aufsitzende, die letzte schüssel- oder kopfförmige Pykniden.

Die Familie der **Sphaerioïdeaceae** oder **Schwarzkugel-Pyknidenpilze**, deren schwarze, kohlige, kugelige Pykniden häutig oder lederig sind und entweder frei stehen oder in einem Stroma eingesenkt sitzen, umfaßt elf nach der Zahl der Sporenzellen sowie der Form und Farbe derselben unterschiedene Unterfamilien mit zusammen 107 Gattungen, darunter eine Anzahl mit je über 100 Arten.

Einzellige, hyaline Sporen hat unter anderen die Gattung Phyllosticta mit 800 Arten, von denen allein 500 in Mitteleuropa leben. Die Arten wachsen fast ausschließlich auf lebenden Blättern, die sie oft ganz oder teilweise zerstören. Eine Anzahl wird hierdurch auch Kulturpflanzen schädlich, wie z. B. Ph. tabifica (Abb. 36, A), die auf Runkelrüben eine Herzfäule erzeugt. Andere Arten befallen Weinlaub, Kohl-, Kürbis-, Erdbeer-, Hopfen-, Sellerie-, Veilchen-, Rosen-, Syringen-, Nelkenblätter. Die Gattung Phoma, gleichfalls mit einzelligen hyalinen Sporen, zu der nur auf Nadeln, Zweigen und anderen Teilen der Pflanzen, aber nicht auf Blättern parasitierende Formen gestellt werden, umfaßt sogar 1100 Arten;

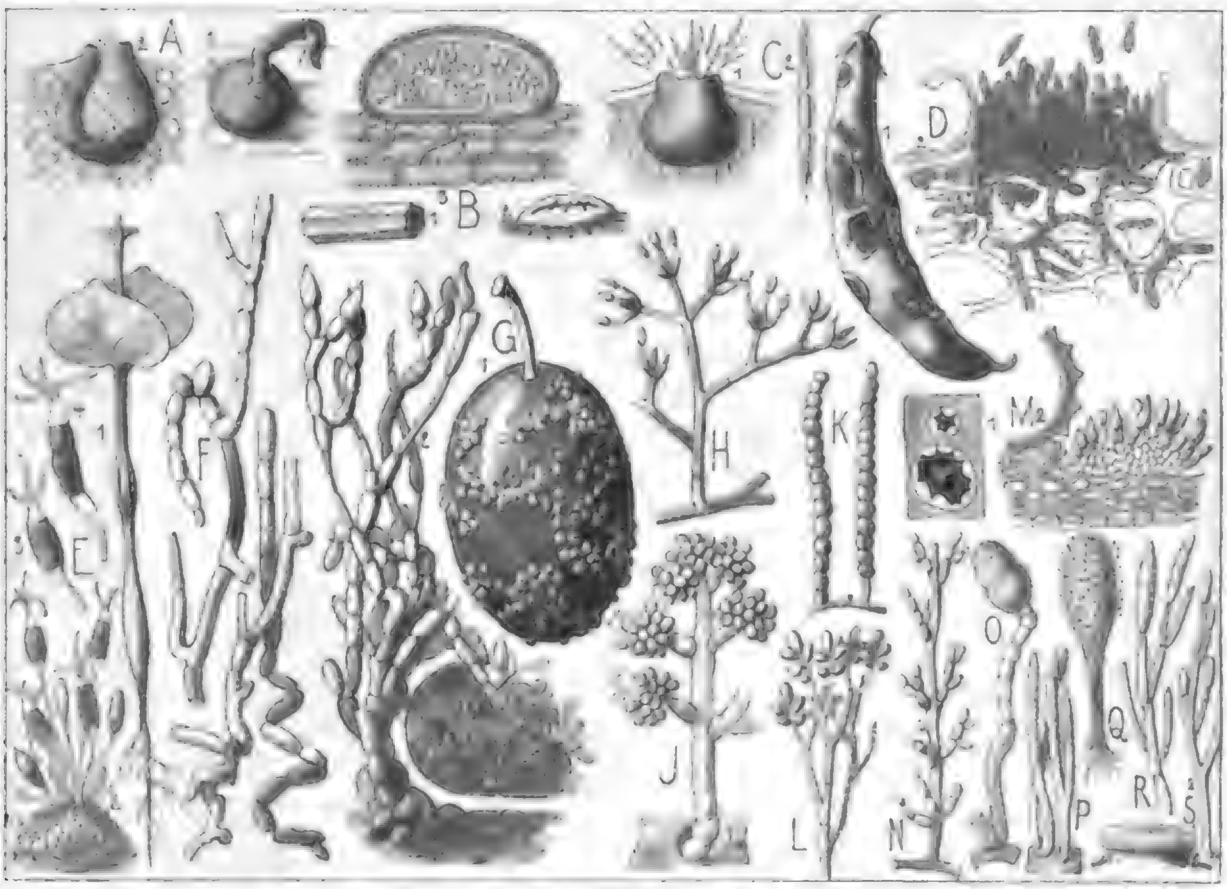


Abb. 36: Unvollständig bekannte Pilze (Fungi imperfecti).

A Phyllosticta tabifica: Pyknide, stark vergrößert, die Sporen entlassend; 1 von oben; 2 im Längsschnitt.
B Diplodia herbarum: 1 Pykniden auf einem Stengelstück; 2 einzelne Pyknide, vergrößert; 3 im Längsschnitt, stark vergrößert.
C Septoria Montemartinii: 1 Pyknide, stark vergrößert; 2 Spore, noch stärker vergrößert.
D Gloeosporium Lindemuthianum: 1 Bohne, von dem Pilz befallen; 2 Konidienlager.
E Pestalozzia Hartigii: 1 Buchenkeimling mit Einschnürung; 2 Teil des Sporenlagers; 3 Spore; 4 Spore von P. funerea.
F Oospora lactis: Konidienträger.
G Monilia fructigena: 1 Zwetsche, vom Pilz befallen; 2 Konidienträger.
H Verticillium candelabrum: Konidienträger.
J Botrytis cinerea: Konidienträger.
K Torula herbarum: Konidienträger.
L Trichosporium fuscum: Konidienträger.
M Fusicladium dendriticum: 1 Habitus; 2 Lager von Konidienträgern.
N Cladosporium herbarum: Konidienträger.
O Macrosporium vulgare: Konidienträger.
P Isaria brachiata: Bündel von Konidienträgern.
Q Stilbella erythrocephala: Bündel von Konidienträgern.
R Fusarium sarcochroum: Konidienträger.
S Tubercularia confluens: 1 Polster von Konidienträgern; 2 einzelner Konidienträger.

auch einige Mistbewohner werden zu ihr gerechnet. Manche Arten hat man als Nebenfruchtformen der zu den Sphaeriales gehörenden Gattung Diaporthe erkannt. Ph. mororum wird den Maulbeerbäumen in Norditalien sehr schädlich, und auch sonst gibt es zahlreiche Pflanzenschädlinge unter den Arten. Ähnlich, aber größersporig ist Macrophoma, deren Art M. Hennebergii dem Weizen oft sehr verderblich wird, indem die Körner der braunfleckig gewordenen Ähren schrumpfen und ausfallen. Geschnabelte Pykniden hat Sphaeronema, deren Art S. fimbriatum die „Schwarzbeinigkeit" der Bataten, d. h. schwarze Flecke an den unteren Stengeln und Knollen, in Nordamerika verursacht. Pykniden mit langen Borsten hat die artenreiche Gattung Vermicularia, von der V. dematium an dünnen Zweigen und Stengeln weit verbreitet ist. In ein Stroma eingesenkte Pykniden hat Fusicoccum, dessen Art F. abietinum durch lokale ringförmige Verhinderung des Dickenwachstums die „Einschnürungskrankheit" der Tannenzweige hervorruft.

Einzellige, gefärbte Sporen hat Sphaeropsis, eine ziemlich artenreiche Gattung mit eiförmigen großen Sporen, deren eine Art, S. malorum, in Nordamerika die Früchte der Äpfel befällt und krank macht, während eine andere Art den Bananen in Westindien schädlich ist; ferner Coniothyrium, gleichfalls artenreich, mit kugeligen kleinen Sporen, dessen eine Art, C. diplodiella, die weitverbreitete „Weißfäule" (white rot) der Weinbeeren verursacht, wobei diese faulen und schrumpfen.

Zweizellige, hyaline Sporen hat die sehr große Gattung Ascochyta, von der A. pisi Leguminosen, z. B. Erbsen, Bohnen, Wicken, befällt, deren Blätter und Hülsen sie fleckig macht. In Fichtensaatbeeten, aber auch an jungen Beständen wird oft A. piniperda den jungen Trieben verderblich.

Zweizellige, gefärbte Sporen hat die 450 Arten umfassende Gattung Diplodia. D. herbarum (Abb. 36, B) ist an den verschiedensten Kräutern gemein und weit verbreitet, andere Arten befallen Kirschen, Wein, Kastanien, Zitrus usw.

Einreihig-vielzellige, hyaline Sporen zeichnet Stagonospora aus, deren über 100 Arten auf den verschiedensten Pflanzen parasitieren, ebenso wie die über 300 Arten umfassende, aber dunkle Sporen habende, sonst gleiche Gattung Hendersonia.

Mauerförmige dunkle Sporen hat Camarosporium mit 120 meist parasitischen Arten. Einreihig-mehrzellige, hyaline Sporen haben die aus 180 Arten bestehende Gattung Rhabdospora sowie die 900 Arten umfassende Gattung Septoria (Abb. 36, C), deren eine Art, S. piricola, Birnblätter bewohnt und auch gelegentlich Birnen und Äpfel befällt, die sie unansehnlich macht.

Die Familie der **Nectrioïdeaceae** oder **Hellkugel-Pyknidenpilze** hat hellfarbige, kugelige, fleischige oder wachsartige Pykniden mit stets hyalinen Sporen. Sie enthält nur 25 meist artenarme Gattungen. Die größte unter diesen ist Sphaeronemella mit 15 Arten, darunter S. Mougeotii, auf Efeuzweigen verbreitet.

Die Familie der **Leptostromataceae** oder **Kuppel-Pyknidenpilze** mit kuppel- oder schildförmigen Pykniden besteht aus 24 gleichfalls meist artenarmen Gattungen.

Über 100 Arten zählt die Gattung Leptothyrium mit schildförmigen Pykniden, deren eine Art, L. periclymeni, an den Blättern der Geißblattarten vertrocknende Flecke hervorruft, während die große schwarze Stromata auf Blättern bildende Gattung Melasmia die Konidienform von Rhytisma-Arten darstellt, wie z. B. M. acerina zu Rh. acerinum gehört (vgl. S. 118). M. empetri verlängert die jungen Triebe der Rauschbeere abnorm und bringt die Rinde zum Abschälen. Sehr gefährlich wird Brunchorstia destruens den Schwarzkiefern, indem das Myzel die ganze Pflanze durchwuchert und tötet; auf deren abgestorbenen Teilen entstehen dann oft mehrkammerige, mit fädigen, einreihig-vielzelligen, hyalinen Sporen gefüllte Pykniden.

Die Familie der **Excipulaceae** oder **Schüssel-Pyknidenpilze** mit schüssel- oder topfförmigen, schließlich weitgeöffneten Pykniden umfaßt 27 meist kleine Gattungen an toten Zweigen und Stengeln lebender Pilze. Dinemasporium mit 27 Arten und länglichen, jederseits eine Borste tragenden hyalinen, einzelligen Sporen ist die artenreichste Gattung, D. graminum ist kosmopolitisch an toten Gräsern.

Reihe 2:
Melanconiales oder Konidienlager-Pilze.

Die Reihe der Melanconialen umfaßt solche Pilze, deren dicht beieinander stehende Konidienträger zu Lagern angeordnet sind. Gewöhnlich werden sie zuerst unter der Epidermis oder dem Periderm angelegt, und zwar ohne besondere Hülle, brechen aber später meist daraus hervor.

Die Reihe enthält nur die eine Familie der **Melanconiaceae** oder **Konidienlager-Pilze** mit 46 größtenteils artenarmen Gattungen, von denen jedoch einigen sehr wichtige Pflanzenschädlinge angehören.

Einzellige, hyaline Sporen hat Gloeosporium mit etwa 300 Arten; G. Lindemuthianum (Abb. 36, D) ist ein gefährlicher, oft die ganzen Ernten vernichtender Bohnenschädling, der vor allem die jungen Hülsen befällt. Die braunen, vertieften, umrandeten Flecke erscheinen schon 24 Stunden nach

der Infektion an den Hülsen. G. ampelophagum (Sphaceloma ampelinum) macht auf Stengeln und Blättern des Weinstockes und später auch auf den jungen Beeren scharf umrandete Flecke. Gegen diese als „schwarzer Brenner" sehr gefürchtete Krankheit wird Bestreichung der Stöcke im Winter mit 10—15-prozentiger Eisenvitriollösung als Vorbeugungsmittel empfohlen. Der Vanille und anderen Orchideen fügt G. vanillae häufig großen Schaden zu, G. fructigenum erzeugt die „Bitterfäule" an Äpfeln und Weintrauben, andere Arten befallen die Johannisbeeren, Orangen, Bananen, Opuntien, Funtumien, Mandeln; selbst die Schachtelhalme bleiben nicht verschont. Man bezeichnet diese brennerartigen Fleckenkrankheiten als Anthraknose. An Ästen von Holzpflanzen findet sich die 70 Arten umfassende Gattung Myxosporium, deren Art M. devastans an jüngeren Birken den Gipfeltrieb zum Absterben bringt; einige Arten sind als Konidienformen von Diaporthe erkannt worden. Bei der aus etwa 40 Arten bestehenden Gattung Colletotrichum sind die schwarzen, eingewachsenen, scheibigen Sporenlager von langen schwarzen Borsten umgeben. An Malvengewächsen wird C. malvarum, besonders in Nordamerika, oft recht schädlich, indem es an Stengeln und Blättern vertiefte grünschwarze Flecke hervorruft; auch die Baumwolle wird von ihm angegriffen. C. gloeosporioides befällt die Zitrusarten, andere Arten Spinat, Tomaten, Flaschenkürbis.

Einzellige, dunkle Sporen hat die Gattung Melanconium, deren eine Art, M. fuligineum, an Weinbeeren in Italien und Nordamerika die „bitter rot"-Krankheit hervorruft. M. parasiticum befällt den goldgelben Keulenschwamm, Clavaria aurea, andere Arten die Nußbaumzweige, Schilf, Zuckerrohr usw.

Zweizellige, hyaline Sporen hat Marssonia mit 60 Arten, unter denen manche in Deutschland an Blättern von Bäumen vorkommen, wie M. populi, juglandis, truncatula (auf Ahorn), andere an Kräutern, wie Potentilla, Campanula.

Einreihig-mehrzellige, hyaline Sporen hat Septogloeum mit 23 Arten, von denen S. arachidis den Erdnußkulturen Javas großen Schaden zufügt. S. Hartigianum bewirkt in Deutschland die Zweigdürre des Feldahorns. Das Myzel verbreitet sich im Sommer in den Ästen, ohne daß man die Krankheit merkt, bis zum Frühjahr, wo die jungen Zweige eintrocknen. S. saliciperdum schädigt die Weidenkulturen von Salix laurina in Südbayern.

Einreihig-mehrzellige, dunkle Sporen, die mit endständigen Borsten versehen sind, hat Pestalozzia, eine 170 Arten umfassende Gattung, welche die Zweige der verschiedensten Pflanzen befällt, auch an Gewächshauspflanzen, besonders aber an Koniferen schädlich wird. P. Hartigii (Abb. 36, E) erzeugt an Keimpflanzen von Laub- und Nadelhölzern eine Einschnürungskrankheit, indem der Stengel unterhalb des befallenen Ringes noch eine Zeitlang in die Dicke wächst, um dann abzusterben; an der eingeschnürten Partie springt die Rinde oft in Längsrissen auf. Auch P. funerea (Abb. 36, E 4) ist Laub- und Nadelhölzern gelegentlich sehr schädlich, P. tumefaciens erzeugt an Tannenzweigen gallenartige Verdickungen.

Fädige, einzellige, hyaline Sporen hat die Gattung Cylindrosporium mit 90 Arten, unter denen C. padi in Finnland und Nordamerika die Blätter von Prunus als sehr schädliche Fleckenkrankheit befällt. Von der ähnlichen, 30 Arten umfassenden Gattung Cryptosporium wächst C. coronatum auf Pyramidenpappeln, während C. leptostromiforme die Stengel der Lupine befällt und ihr oft sehr schädlich wird.

Reihe 3:

Hyphomycetes oder Hyphenpilze.

Die Hyphenpilze sind Pilze, deren Konidien entweder als Oidien durch Zerfall der Hyphen entstehen, oder dem Myzel aufsitzen bzw. an besonderen Trägern sitzen, zuweilen sogar endogen in büchsenartigen Zellen reihenweise angelegt werden. Die Träger stehen entweder einzeln oder büschelig, zuweilen sind sie zu Polstern angeordnet.

Die Reihe zerfällt in vier Familien. Bei den Mucedinaceae und Dematiaceae sind die Konidienträger sowie die Hyphen getrennt voneinander. Erstere haben helle Hyphen, Konidienträger und Sporen, bei letzteren sind sie dunkel bis schwarz. Bei den Stilbaceae sind die Konidienträger und Hyphen zu Bündeln oder garbenförmig verbunden, bei den Tuberculariaceae befinden sie sich in polsterartigem Verbande, häufig auch noch auf einem Stroma.

Die Familie der **Mucedinaceae** oder **Hell-Hyphenpilze** enthält sowohl saprophytische als auch parasitische Pilze mit meist kriechendem, septiertem Myzel von blasser oder

lebhafter, aber nicht dunkler Färbung. Die Konidienträger sind sehr verschieden angeordnet und gestaltet, aber nicht miteinander im Verband; oft unterscheiden sie sich kaum vom Myzel. Oidien und endogene Sporen kommen vor, aber selten. Die Sporen sind hell oder hyalin.

Diese Familie zerfällt in Gattungen mit einzelligen, zweizelligen oder mehrzelligen Sporen. Letztere können einreihig sein, und zwar gerade, schwach oder stark gekrümmt, oder es können auch die Zellen paket- bzw. mauersteinförmig oder strahlig angeordnet sein.

Einzellige Sporen haben auf sieben Gruppen verteilte Gattungen, von denen die Chromosporieae und die Oosporeae sich durch wenig vom Myzel differenzierte Konidienträger als Micronemeae von den anderen, den Macronemeae, sondern. Bei ersteren entspringen die Konidien meist einzeln dem Myzel, oder sie bilden Oidien, während sie bei letzteren an einfachen Trägern erzeugt werden oder endogen entstehen. Zu den Macronemeae gehören einerseits die Gruppen mit nicht oder kaum verzweigten Konidienträgern, nämlich die Cephalosporieae mit einzeln stehenden und die Aspergilleae mit kettenförmigen Konidien, anderseits die Gruppen mit reichlicher verzweigten Konidienträgern, an denen die Konidien bei den Botrytideae in sehr verschiedener Weise, bei den Verticillieae wirtelförmig, bei den Gonatobotrytideae an eingeschobenen Zellen sitzen.

Zu den Chromosporieae gehören elf meist artenarme Gattungen von sehr verschiedener Lebensweise. Sachsia ist ein in Brauereien und Brennereien auftretender hefeartiger Pilz, dessen Myzel durch Zerfall Oidien erzeugt, die wieder aussprossen und Konidien bilden. S. suaveolens zeichnet sich durch weinbukettartigen Geruch aus. Sarcinomyces, gleichfalls in Brauereibetrieben, hat überhaupt kein Myzel, sondern fadenähnliche oder paketartige Kolonien sprossender Zellen. Chromosporium, eine mit 26 Arten saprophytisch auf Holz, Dattelfrüchten, Maisfrüchten usw. wachsende Gattung, hat kugelige, einzellige Konidien, die ohne Stiel dem sehr kurzen Myzel aufsitzen. Kurze Konidien tragende Äste hat Myceliophthora, deren einzige Art M. lutea die „Vert de gris“ genannte Krankheit der Champignonkulturen verursacht. Ophiocladium hordei erzeugt in Norditalien auf Gerstenblättern kleine weiße Häufchen, die aus gekrümmten, in eine endständige Konidie auslaufenden Trägern bestehen. Sehr eigenartig ist die fast hyphenlose Gattung Selenotila, deren sichelförmige, auseinandersprossende Konidien in Ekuador auf der als „roter Schnee“ bekannten Alge (vgl. S. 47) leben.

Die Oosporeae umfassen 13 Gattungen, darunter einige artenreiche und wichtige. Endogen in den Hyphen gebildete Sporen haben nur drei Gattungen mit wenigen auf Lohe, Insekten, in lebenden Mäusen und auf feuchter Pappe beobachteten Arten. Oospora ist in über 100 Arten bekannt: es sind Pilze mit kurzen, wenig verzweigten Hyphen, deren Konidien kettenförmig stehen oder durch kettenartigen Zerfall der Hyphen gebildet werden. Viele Arten wachsen auf faulenden Substanzen, z. B. auf Pilzen, Zuckerrüben, Pferdehufen. O. lactis (Abb. 36, F) findet sich auf Käse, Milch usw. und erzeugt dort dicke, krümlige Rahmhäute; auch auf Bierwürze wächst dieser Pilz häufig. Er hieß früher Oidium lactis: daher der Name Oidien für den hier besonders auffallenden Zerfall des Myzels in Teilstücke. Andere Arten leben parasitisch auf Pflanzen oder Tieren. So verursacht O. scabies in Nordamerika die Schorfkrankheit an Rüben und Kartoffeln, O. destructor parasitiert auf Larven. Auch einige Haarkrankheiten des Menschen und der Haustiere werden durch Hyphomyzeten verursacht, welche dieser Gattung eingeordnet, von anderen freilich zur Gattung Sporotrichum gestellt oder als besondere Gattungen angesehen werden. Die wichtigsten sind der Favus, hervorgerufen durch O. porriginis (Achorion Schoenleinii), ein Pilz mit geschlängeltem septiertem Myzel mit Seitensprossen, ferner die Trichophytie, hervorgerufen durch O. tonsurans (Trichophyton tonsurans), ein Pilz, der nicht nur auf Säugetieren, wie Hund, Katze, Rind, Pferd, sondern auch auf Geflügel vorkommt, sowie die Mikrosporie, hervorgerufen durch O. Audouini (Microsporum Audouini). Diese durch besonders kleine Sporen ausgezeichnete Art ist wegen ihrer leichten Übertragbarkeit am ehesten imstande, Epidemien hervorzurufen. Einige glauben, daß diese Pilze Formen von Gymnoascaceae oder Ctenomyces seien. — Die Gattung Oidium, von der 46 Arten bekannt sind, hat sich im wesentlichen als Konidienformen der Meltaupilze herausgestellt und wurde dort besprochen (S. 126). Es sind Parasiten auf lebenden Pflanzenteilen, mit niederliegenden, oberflächlich kriechenden und Haustorien in die Nährpflanze sendenden, sterilen sowie aufrechten, fertilen Hyphen mit kettenförmigen, sich leicht voneinander trennenden Konidien. — Die Gattung Monilia mit etwa 39 Arten unterscheidet sich von Oidium durch das in die Unterlage eindringende Myzel. Die meisten Arten sind Saprophyten, so die auf Mist, faulenden Früchten und süßen Säften wachsende und hefeartig sprossende M. candida. M. fructigena (Abb. 36, G) findet sich gewöhnlich auf den Früchten unserer Obstbäume, wo

der Pilz graue, später rot und gelb werdende Häufchen erzeugt, die schließlich aufspringen und die Konidien in Form von Polstern austreten lassen, wobei das Obst meist einschrumpft und sich dunkel verfärbt. Oft richtet er großen Schaden auf den Früchten, besonders auf Kirschen und als sogenannte „Schwarzfäule" auf Äpfeln an. Während er in der Regel nur saprophytisch wächst, kann er gelegentlich ein gefährlicher Parasit werden. M. cinerea mumifiziert die Kirschen. Auf Java läßt man die Erdnüsse durch M. sitophila schimmeln und erhält auf diese Weise ein beliebtes Nahrungsmittel. Spindelförmige, beiderseits spitz endende, am Ende der Ketten größer werdende Konidien hat die Gattung Fusidium, deren 50 Arten an lebenden oder faulenden Blättern farblose oder gelbliche bzw. rötliche Staubhäufchen bilden.

Die Cephalosporieae umfassen 16 Gattungen, deren Konidienträger häufig kopfig angeschwollen ist; auch wirtelige Verzweigung an der Spitze des Trägers kommt vor. Es sind meist kleinere Gattungen saprophytisch lebender Pilze. Oedocephalum mit 25 und Cephalosporum mit 18 Arten sind die größten. Beide enthalten auch Arten, die auf Mist oder auf Pilzen wachsen. Spicularia icterus bewirkt die „Gelbsucht" der Rebenblätter im Rheingau.

Die Aspergilleae umfassen neun meist artenarme Gattungen, größtenteils auf Mist und faulenden Substanzen lebende Saprophyten. Die wichtigsten Gattungen, Aspergillus mit über 50 Arten und Penicillium mit über 46 Arten, wurden schon oben (S. 124) als Konidienformen von Askomyzeten behandelt.

Die Botrytideae sind 26 Gattungen mit sehr verschieden verzweigten Konidienträgern. Unverzweigt aufrecht steht und ein ausgedehntes, festes Lager bildende Konidienträger hat Hyphoderma, deren eine Art, H. roseum, auf Erlen, Pappeln usw. weit verbreitet ist. Die Gattung Ovularia mit 70 Arten ist ein Blattparasit mit einfachen, aufrechten, nach der Spitze hin gezähnten Konidienträgern und einzeln stehenden einzelligen, hyalinen Konidien. O. necans, die wohl zu einer Art der Gattung Sclerotinia (S. 116) gehört, findet sich auf Quitten und Mispeln. O. canaegricola tötet die Blätter der Canaigre-Pflanze (Rumex hymenosepalus). Niederliegende Hyphen und nicht aufrechte verzweigte Konidienträger mit meist einzeln stehenden Konidien haben die etwa 120 Arten der Gattung Sporotrichum, die auf faulenden pflanzlichen Substanzen wächst. — Die wichtigste Gattung dieser Gruppe ist Botrytis mit 150 Arten, die sich durch verzweigte aufrechte Konidienträger mit kopfförmig angeordneten Konidien auszeichnet. Es sind meist Saprophyten, doch können einige unter gewissen Bedingungen auch parasitisch werden, z. B. tritt B. cinerea (Abb. 36, J 1), ein weitverbreiteter Saprophyt, zuweilen als gefährlicher Parasit an Kulturpflanzen auf. Das Myzel bildet Sklerotien, von denen man annimmt, daß sie zu Sclerotinia Fuckeliana (S. 116) gehören; die nahe verwandte, ebenfalls an faulenden pflanzlichen Substanzen gemeine B. vulgaris wird von manchen nur als Form dieser Art angesehen. B. Douglasii, welche die jungen Triebe der Douglastanne zum Absterben bringt, erzeugt gleichfalls Sklerotien, die im Herbst an der Basis der abgestorbenen Triebe und an den Nadeln als stecknadelgroße schwarze Massen hervortreten, nachdem sie die Oberhaut gesprengt haben, aber ihrerseits nur wieder Konidienträger bilden. Als Tulpenkrankheit tritt B. parasitica auf. Bei weitem der schädlichste Pilz dieser Gattung ist B. Bassiana, der die Muscardine- oder Calcino-Krankheit der Seidenraupen hervorruft, bei der die Raupen träge werden, zu fressen aufhören und etwa 12—14 Tage nach der Infektion sterben und sich mumifizieren. Die Keimschläuche der Sporen dringen durch die Haut in die Raupe, verzweigen sich im Inneren und wachsen in die Muskelbündel und Fettläppchen, wo sie zylindrische Glieder (Zylinderkonidien) abschnüren. Diese gelangen in das Blut, wo sie sich strecken und durch Sprossung neue gleiche Glieder erzeugen. Schließlich wachsen diese wieder zu Myzel aus, das herausdringt und die jetzt abgestorbene mumifizierte Raupe mit schneeweißem, schimmelartigem Überzug bedeckt. Der Überzug besteht großenteils aus den farblosen Fruchthyphen, die kurze Konidienträger mit wenigen oder zahlreichen kugeligen, auf stielartigen Sterigmen sitzenden Konidien tragen. Diese gefährliche Seidenraupenkrankheit, die im vorigen Jahrhundert namentlich in Italien als starke Epidemien auftrat, ist seit etwa 40 Jahren im Erlöschen und hat seitdem der Pebrine- oder Gattine-Krankheit Platz gemacht, bei der ein äußerlich sichtbarer Schimmel nicht auftritt. Es handelt sich hierbei vielmehr um einen, wie es scheint, amöboiden, wohl den Myxomyzeten verwandten Organismus, der im Blute der Raupen eigentümliche Gebilde, die Cornaliaschen Körper, hervorbringt, die elliptische Gestalt haben und von einer Membran umgeben sind. Diese sehr gefährliche und ansteckende, auch durch die Eier vererbbare Krankheit wird schon seit Jahren durch Zucht nichtinfizierter Eier mit Erfolg bekämpft, zu welchem Zwecke die bei der Untersuchung als gesund erkannten Weibchen vor der Eiabgabe abgesondert werden. Dem Muscardine-Pilz ähnliche Arten, z. B. B. tenella, befallen auch die Larven anderer Insekten, und man hat mehrfach versucht, durch künstliche Infektionen Epidemien unter schädlichen Insekten, wie Engerlingen, Heuschrecken usw., hervorzurufen,

freilich bisher mit zweifelhaftem Resultat. — Warzige, einzellige, hyaline Sporen hat die einzige Art der Gattung Pellicularia, P. koleroga, die gelatinöse Häute auf den Blättern vieler tropischen Pflanzen bildet und unter anderen auch die Kaffeebäume schädigt. Vermutlich parasitiert aber der Pilz nicht, sondern sperrt nur Luft und Licht ab, ähnlich wie in Deutschland der Rußtau (Apiosporium).

Die Verticillieae umfassen 13 meist artenarme und saprophytische Gattungen, von denen Verticillium mit 50 Arten die größte ist. V. candelabrum (Abb. 36, H) ist auf faulenden Blättern und Holz weit verbreitet.

Die Gonatobotrytideae enthalten drei kleine Gattungen, von denen zwei saprophytisch leben, während Gonatorrhodiella in Nordamerika auf Pilzen (Hypomyces und Hypocrea) parasitiert.

Zweizellige Sporen haben elf meist saprophytische Gattungen, darunter Trichothecium mit zehn Arten. T. roseum ist ein auf organischen Abfallstoffen überaus gemeiner, kleine rötliche Polster bildender Pilz. Die Gattung hat unverzweigte aufrechte, lange Konidienträger mit einzeln stehenden Konidien. Parasitisch auf Blättern lebt mit 14 Arten die Gattung Didymaria, die gerade, meist unverzweigte Träger mit einzeln stehenden Konidien hat. D. prunicola schädigt in Oberitalien die Zwetschen, die hierdurch vertrocknen und abfallen.

Einreihig-mehrzellige Sporen finden sich bei 15 größtenteils saprophytischen, teilweise sehr artenreichen Gattungen. Parasitisch ist Fusoma mit 66 Arten, mit einzeln, an unverzweigten Trägern stehenden spindelförmigen Konidien. F. parasiticum tötet namentlich Keimpflanzen und ist häufig recht schädlich, besonders in Süddeutschland. Am artenreichsten ist die nur auf Blättern parasitierende Gattung Ramularia mit zylindrisch-eiförmigen Konidien an Trägern, die aus den Spaltöffnungen der Nährpflanze herauswachsen. Von den etwa 225 Arten wachsen zahlreiche in Deutschland, auch auf Kulturpflanzen, z. B. R. rosea auf Weinlaub, R. armoraciae auf Meerrettich, R. Tulasnei auf Erdbeeren, aber sie sind nicht besonders schädlich. Gefährlicher wird R. Goeldiana auf Kaffeeblättern in Brasilien, indem sie die jungen Zweige zum Absterben bringt.

Mehrzellige gebogene oder gekrümmte, mauerförmige oder strahlige Sporen haben nur wenige und unwichtige Gattungen in dieser Familie. Zu ihnen gehört die sehr eigenartige, auf Ameisen in Nordamerika parasitierende Desmidiospora mit kleinen hyalinen, spindelförmigen Mikrokonidien und größeren rotbraunen, flachscheibigen, gelappten, vielzelligen Makrokonidien.

Die Familie der Dematiaceae oder Dunkel-Hyphenpilze zerfällt gleichfalls wieder in mehrere nach der Zellenzahl und -anordnung der Sporen aufgestellte Gruppen. Die Konidien sind meist dunkel; wo sie hell sind, sind die Hyphen dunkel, meist aber sind beide von dunkler Färbung.

Einzellige Sporen finden sich bei 65 Gattungen, die in 14 auf der Anordnung der Konidien basierende Gruppen zerfallen, von denen drei, als Micronemeae zusammengefaßt, nur wenig differenzierte Konidienträger haben, während diese bei den übrigen 11, den Macronemeae, gut ausgebildet sind.

Zu den Micronemeae gehört die Gattung Coniosporium mit einzeln stehenden Konidien und über 75 meist nur saprophytisch lebenden Arten, wie z. B. dem an Schilfhalmen häufigen C. arundinis. Ferner die Gattung Torula mit über 125 Arten, gleichfalls Saprophyten, mit kettenförmig stehenden Konidien, darunter vielen auf faulenden Stengeln, Holz usw. gemeinen Arten, z. B. T. herbarum (Abb. 36, K). Parasitisch ist Thielaviopsis, die neben Konidienketten auch Büchsenkonidien hervorbringt. Die einzige Art T. ethacetica ruft in Java am Zuckerrohr die „Ananaskrankheit" hervor, wobei der faulige, sich innen schwarz färbende Stengel nach Ananas duftet.

Zu den Macronemeae gehört die saprophytische Gattung Trichosporium mit niederliegenden, unregelmäßig verzweigten Konidienträgern und einzeln stehenden Konidien. Von den 60 Arten sind viele in Deutschland häufig, auf faulem Holz, z. B. T. fuscum (Abb. 36, L), Rinden, toten Halmen, Mist, alten Pilzen, faulenden Fasern, wie Papier, Leinwand usw. Mäßig artenreich sind noch die gleichfalls saprophytischen Gattungen Haplographium mit 21 und Dematium mit 17, großenteils in Deutschland vorkommenden Arten, erstere mit endständigen, letztere mit seitenständig an den Trägern sitzenden, kettenförmig angeordneten Konidien; ferner von den Gattungen mit hyalinen Sporen Chloridium mit 20 und Chalara mit 17 Arten, erstere mit einzeln stehenden, letztere mit kettenförmig angeordneten Konidien, beides Saprophyten, die auch in Deutschland viele Vertreter haben.

Zweizellige Sporen haben 14 Gattungen. Artenreich ist darunter vor allem Fusicladium, eine auf Blättern, jungen Trieben und Früchten parasitierende, 32 Arten umfassende Gattung mit einzeln

endständig auf kurzen Trägern stehenden Konidien. An Äpfeln bzw. deren Blättern und Trieben erzeugt F. dendriticum (Abb. 36, M) dunkle Flecke, an Birnen F. pirinum, ein Pilz, der zum Askomyzeten Venturia ditricha gehört. F. cerasi befällt die Kirschen. Namentlich in feuchten Jahren beeinträchtigen diese Pilze die Ernten bedeutend. Die gleichfalls parasitische Gattung Scolecotrichum mit 27 Arten unterscheidet sich von der vorigen durch die seitlich an der Konidie weiterwachsenden Träger. S. melophthorum verursacht in Frankreich eine oft sehr schädliche Fleckenkrankheit an den Früchten und Stengeln der Melonen. Die größte Gattung dieser Gruppe ist Cladosporium mit 160 Arten, teils Parasiten, teils Saprophyten, mit kettenförmig stehenden Sporen. Vor allem ist C. herbarum (Abb. 36, N) überall häufig und bildet auf allerhand organischen Stoffen, auch z. B. Leder und Papier, kleine grünliche, oft zusammenfließende Häufchen. Unter günstigen Umständen kann der Pilz parasitische Lebensweise annehmen und befällt dann Blätter und junge Triebe, so z. B. häufig in Gewächshäusern und auf Saatbeeten; auch Getreide verschont er nicht. Andere Arten befallen Gurken und Tomaten in Amerika, Pflaumen in Norditalien.

Einreihig-vielzellige Sporen haben 18 Gattungen, darunter Clasterosporium mit kurzen Trägern, etwa 70 Arten, teilweise Parasiten, z. B. C. amygdalearum auf den Blättern von Pfirsichen, Aprikosen Kirschen und Mandeln, C. glomerulosum auf Wacholder. Helminthosporium mit gut ausgebildeten Trägern zählt etwa 175 meist saprophytische Arten. In Norditalien verursacht H. turcicum auf den Blättern von Reis und Mais erheblichen Schaden, geringeren H. gramineum auf der Gerste. Heterosporium mit 35 Arten hat höckerige oder warzige Konidien auf gut ausgebildeten, oft verzweigten Trägern. H. echinulatum fügt den Nelkenkulturen häufig erheblichen Schaden zu, indem weiße, später in der Mitte schwarze Flecke auftreten. Auch auf Seetang hat man in England eine Art gefunden.

Paket- oder mauerförmig angeordnete Sporen haben etwa 17 Gattungen, darunter Coniothecium mit 50 und Sporodesmium mit 80 Arten, beide mit kurzen Konidienträgern, beide teils parasitisch, teils saprophytisch lebend. Die größte Gattung ist Macrosporium mit 108 Arten und deutlichen, häufig verzweigten Konidienträgern. Neben vielen, zum Teil, wie M. vulgare (Abb. 36, O), auf faulenden Pflanzen gemeinen Saprophyten gehören auch manche schädliche Parasiten hierzu, z. B. M. solani an Kartoffelblättern in Amerika, das die „potato blight" hervorruft.

Wurmförmige, langausgezogene vielzellige Sporen hat nur die eine Gattung Cercospora, deren 500 Arten meist auf Blättern parasitieren, darunter eine Anzahl ziemlich großen Schaden verursachende; z. B. schädigen C. cheiranthi und resedae die Goldlack- und Resedakulturen, C. viticola die Rebe, C. circumscissa die Prunusarten, C. Köpkei das Zuckerrohr auf Java usw.

Stark eingekrümmte Sporen haben zwei Gattungen, darunter Helicosporium mit 38 saprophytisch lebenden Arten. Ein Beispiel die weitverbreitete H. Mülleri auf faulem Holz.

Von den vier Gattungen mit sternförmigen Konidien ist Hirudinaria macrospora als Blattparasit auf Weißdorn und Mispel in Norditalien zu erwähnen. Die Konidien sitzen hufeisenförmig gekrümmt, mit den Spitzen nach oben, ohne Träger der Unterlage auf.

Die Familie der **Stilbaceae** oder **Bündel-Hyphenpilze** umfaßt nur 46 Gattungen, die in die Hyalostilbeae mit hellen oder hyalinen und in die Phaeostilbeae mit dunklen Hyphen und Konidien zerfallen. Beide werden wieder nach Zahl und Anordnung der Sporenzellen in mehrere Gruppen eingeteilt.

Unter den 20 Gattungen mit hellen Sporen ist Stilbella erwähnenswert mit etwa 100 Arten, von denen viele als Nebenfruchtformen zu den Hypokreazeen (S. 129) gehören, während andere zu den Myxomyzeten, Pilacre usw., gestellt werden. Die Konidienträger bilden gemeinsam als Koremien einen Kopf, an dem die Sporen einzeln stehen. Es sind meistens Saprophyten an Holz, S. erythrocephala (Abb. 36, Q) wächst auf Mist. Die Gattung Isaria mit über 100 Arten hat aufrecht keulige oder verzweigte Koremien, an denen die einzelligen, hyalinen Konidien endständig sitzen. Es sind Saprophyten auf Pflanzen oder Parasiten auf Tieren. I. brachiata (Abb. 36, P) lebt auf faulenden Pilzen, I. farinosa ist sehr häufig auf toten Puppen sowie auf Maikäfern, I. arachnophila auf Spinnen, I. eleutheratorum, eine Nebenfruchtform von Cordyceps cinerea (S. 130), auf toten Käfern und Puppen.

Zu den 26 Gattungen mit dunklen Sporen gehören Graphium mit 60 und Sporocybe mit 40 meist saprophytischen Arten; sie haben keine weitere Bedeutung.

Die Familie der **Tuberculariaceae** oder **Polster-Hyphenpilze** umfaßt Pilze mit sehr verschiedenartigen, aus einem Geflecht von sterilen und fertilen Hyphen bestehenden

Fruchtlagern, die meist von wachsartiger oder gallertiger, seltener horniger Beschaffenheit sind. Zuweilen sind sie aber auch fädig und häufig in Schleim eingebettet. Die sehr verschieden gestalteten Konidienträger bilden oft, dicht zusammenstehend, ein wirkliches Hymenium; manchmal sitzen die Fruchtlager noch auf einem dichten Hyphengeflecht (Stroma). Von den 78 Gattungen haben 56 helle oder hyaline, die übrigen dunkle Konidien oder Myzelien.

Helle, einzellige Sporen haben 38 Gattungen. Erwähnenswert ist Sphacelia, zu der die Konidienformen von Claviceps purpurea, S. segetum, und von Epichloë typhina, S. typhina, gehören, die das Sklerotium oder Stroma jener überziehen, bevor die Schlauchfrüchte sich ausbilden (vgl. S. 130 und 131). Ferner gehört hierzu die etwa 20 Arten umfassende Gattung Tuberculina, die auf Äzidien und Uredolagern der Uredinazeen parasitiert, sodann die Gattung Necator, mit orangefarbenen scheibenförmigen, etwas gewölbten, gelatinösen Sporenlagern, deren einzige Art N. decretus auf der Malaiischen Halbinsel an den Stämmen der Kaffeebäume wächst und den Plantagen gefährlich werden kann. Die größte Gattung ist Tubercularia mit etwa 100 Arten, deren sitzende, warzenförmige, meist rötliche, wachsartige Sporenlager gewöhnlich parasitisch an Zweigen wachsen. T. vulgaris, die im Winter und Frühjahr an vielen Sträuchern und Bäumen ihre kleinen roten Polster entwickelt, ist die Konidienform von Nectria cinnabarina (S. 129), deren Schlauchfrüchte im Frühjahr erscheinen. Häufig ist auch T. confluens (Abb. 36, S).

Von hellen, zweizelligen Gattungen gibt es nur drei, aus je einer Art bestehend. Einreihig-mehrzellige, helle Sporen haben acht Gattungen, darunter Fusarium mit ausgebreiteten oder kissenförmigen Sporenlagern und etwas gebogenen, einzeln an verzweigten Trägern sitzenden Konidien. Unter den 300 Arten sind zahlreiche Parasiten. F. sarcochroum (Abb. 36, R) findet sich an den Zweigenden vieler Holzgewächse, F. roseum an vielen krautigen Pflanzen auf Blättern sowie Stengeln und veranlaßt das sogenannte „trunkene Getreide". F. incarnatum wächst an Blüten von Kompositen, Nelken usw., F. deformans verunstaltet Weidenkätzchen, eine andere Art ist wahrscheinlich die Ursache der den Bananen Zentralamerikas so gefährlichen „Panama-Krankheit". Manche Arten wachsen auf Moosen und Flechten, F. acridiorum in Algerien auf der Wanderheuschrecke. F. niveum, der sogenannte „Schneeschimmel", verklebt im Frühjahr, nachdem der Schnee geschmolzen ist, die Saaten durch weiße oder rötliche Fäden. Noch zahlreicher sind die Arten, die auf faulenden Substanzen wachsen, z. B. auf Stengeln, Rinde usw., F. lactis auf dicker Milch. F. aquaeductum oder moschatum, das Wasserleitungsrohre verstopfen kann, gilt als Konidienform von Nectria moschata (vgl. S. 130). F. solani auf faulenden Kartoffeln ist der Erreger der Trockenfäule der Kartoffeln.

Die sechs Gattungen mit hellen, gekrümmten oder sternförmigen, vielzelligen Sporen sind von keiner weiteren Bedeutung.

Die dunkelsporigen Tuberkulariazeen sind weit weniger zahlreich. Die 22 Gattungen, von denen 13 einzellige Sporen haben, sind fast alle artenarm und von keiner größeren Bedeutung; nur Epicoccum umfaßt 40 Arten, von denen einige, z. B. E. vulgare, an faulenden Pflanzenteilen und E. neglectum an Gräsern und anderen Pflanzen häufig sind.

Anhang:

Myzelienpilze.

Schließlich sind noch einige Formen von Myzelien zu erwähnen, die man bis jetzt nicht mit Bestimmtheit unterzubringen vermag, da keinerlei Fruchtformen bekannt sind.

Als Sklerotium haben wir schon viele Dauermyzele sehr verschiedener Pilze kennen gelernt, z. B. bei Sclerotinia, Claviceps, Collybia usw. Andere sind noch nicht identifiziert, so z. B. S. hydrophilum, das Wasserpflanzen tötet, S. fungorum, das sich an faulenden Basidiomyzeten findet, ebenso ein Acinula albicans benanntes kugeliges, innen fleischiges Sklerotium auf faulenden Erlenblättern. Andere, wahrscheinlich zu Basidiomyzeten, vermutlich zu den Hypodenazeen, gehörende Sklerotien hornig-fleischiger Natur, die im Myzel eingebettet sind, werden als Rhizoctonia bezeichnet. Zu ihnen gehört R. violacea, der

Luzerne- oder Kleetod, ein Pilz, dessen Myzel die Wurzeln dieser Pflanzen, aber auch Rüben, Kartoffeln, Mohrrüben befällt, auf ihnen violette Überzüge hervorruft und bei den Kartoffeln auch eine Art Fäule erzeugt; die Sklerotien bilden sich dann auf diesem Myzelgeflecht. R. strobi hat auf dem Karst Anpflanzungen der Weimutskiefer verwüstet.

Rhizomorpha werden vor allem die Myzelstränge von Armillaria mellea genannt. Daneben gibt es noch manche nicht identifizierte, so R. subterranea an Holz in Bergwerken. Spinnewebartiges Myzelgeflecht an dunklen Orten, in Höhlen oder Bergwerken wird als Hypha, auf Holz (z. B. an Weinfässern) sitzende filzige, schwarze oder dunkle Lappen werden als Rhacodium, korkig-lederige Lappen als Xylostroma bezeichnet.

Unter Mycorhiza versteht man feine, vielverzweigte, gegliederte Myzelfäden, die mit Wurzeln höherer Pflanzen in noch wenig aufgeklärter Symbiose leben. Entweder umhüllen sie die feineren Wurzeln mit einer dichten, zuweilen wie Zellgewebe aussehenden Schicht — dies sind die ektotrophischen Mykorhizen —, oder sie leben in den mittleren Schichten des Rindengewebes der Wurzeln, wobei sie auch Zellwände durchbohren, — dies sind die endotrophischen Mykorhizen. Ektotrophische Mykorhizen finden sich häufig an den Wurzeln der Nadelhölzer, der Fagazeen (Eiche, Kastanie, Buche; Abb. 37, A 1, 2), der Betulazeen (Hainbuche), der Salikazeen (Weiden, Pappeln; Abb. 37, A 3, 4), der Linde, der Erikazeen und anderer Bewohner der Heiden, Moore und Wiesen. Endotrophisch sind die Mykorhizen fast aller Saprophyten sowie auch der meisten grünblätterigen Orchideen; einen Übergang bildet der Fichtenspargel, Monotropa (Abb. 37, A 5, 6). Bei den Mikorhizen einiger Orchideen hat man in der Kultur Sklerotien beobachtet, ähnlich wie bei Rhizoctonia.

Nebenklasse:

Lichenomycetes oder Flechten.

Die Flechten bilden in systematischer Beziehung keine eigentliche Abteilung des Pflanzenreiches, sondern sind vielmehr Organismen, die aus zwei ganz verschiedenen Pflanzen zusammengesetzt sind, nämlich aus Pilzen und aus Algen. Während die Algen dieser Pflanzengemeinschaft in den meisten Fällen unter günstigen Umständen auch ohne die Pilze existieren können, haben sich letztere in der Mehrheit der Fälle derart an das Zusammenleben mit Algen angepaßt, daß sie ohne diese nicht zu voller Entwickelung gelangen. Nur gering ist die Zahl der Flechtenpilze, die für gewöhnlich saprophytisch leben, aber zuweilen, manchmal sogar nur zeitweise, mit Algen in Lebensgemeinschaft treten. Man muß also Flechtenpilze und Flechtenalgen unterscheiden. Erstere bilden das aktive Element, indem sie mit ihren Hyphen die Algenzellen, hier Gonidien genannt, umspinnen (Abb. 38, D 2, 6), sie dadurch gewissermaßen einfangen und ihrem Thallus einfügen; letztere sind passiv, indem sie an den Standorten, wohin sie durch die wachsenden Pilzhyphen gebracht werden, verbleiben. Während der Flechtenpilz die Vermehrungsweise seiner Sippe beibehält, pflegen die von ihm umsponnenen Algen in dieser Gefangenschaft sich nur noch durch Teilung zu vermehren: nicht nur die geschlechtliche Fortpflanzung geht ihnen ab, sondern sie haben auch die Fähigkeit, sich durch Schwärmzellen zu vermehren, in diesem Stadium der Domestikation mit wenigen Ausnahmen eingebüßt. Dennoch handelt es sich hierbei nicht um einen reinen Parasitismus des Pilzes auf der Alge, denn die Alge gibt zwar einen Teil der von ihr mittels des Chlorophylls bereiteten Nährstoffe dem Pilze, aber sie erhält dafür doch auch eine Gegengabe in Gestalt anorganischer Nährstoffe und von Wasser und gedeiht

jedenfalls vegetativ in dieser Gefangenschaft sehr gut; oft entwickelt sie sich sogar kräftiger und teilt sich schneller als im freien Zustande. Man bezeichnet dieses Verhältnis demnach nicht als Parasitismus, sondern als Symbiose oder als Mutualismus.

Zuweilen findet sich aber bei den Flechten auch ein echter Parasitismus: fremde echte Askomyzeten oder auch wieder Flechtenpilze dringen ein, nähren sich von den Flechten und stören so deren Entwickelung, oder aber sie bemächtigen sich der Algen, wobei sie den Flechtenpilz unterdrücken. In anderen Fällen dagegen parasitieren sie auch ohne größere Schädigung des ursprünglichen Flechtenpilzes.

Die Flechtenpilze gehören fast alle zu der Klasse der Schlauchpilze; nur wenige Basidienpilze gibt es unter ihnen und gar keine Algenpilze. Die Algen gehören alle zu den Spaltalgen und den Grünalgen, unter den letzteren überwiegen die Protokokkazeen und die Pleurokokkazeen. Größtenteils sind es einzellige Algen bzw. Kolonien derselben, wie Chlorococcus humicola, die häufigste Flechtenalge, Pleurococcus vulgaris, Dactylococcus infusionum, Palmella und Gloeocapsa, doch finden sich unter den Schizophyzeen der Flechten auch häufig Zellfäden bildende Formen, wie Nostoc lichenoïdes, Sirosiphon pulvinatus, Stigonema, Rivularia nitida, Calothrix, Trentepohlia (Chroolepus) umbrina, Cladophora usw. Nur wenige Flechten enthalten mehrere Algenarten, und dann meist bald die eine, bald die andere; es kommen aber auch Fälle vor, bei denen auf einer Flechte Wucherungen, sogenannte Zephalodien, erscheinen, die eine andere Art Alge enthalten. Ja sogar von verschiedenen Algenarten gebildete Zephalodien kommen auf derselben Flechte vor, und selbst solche, die gleichzeitig mehrere verschiedene Algen beherbergen. Der Flechtenpilz versteht also, sich zuweilen mehrere Algenarten gleichzeitig nutzbar zu machen.

Durch das Zusammenleben dieser beiden Organismen sind die Flechten in der Lage, Standorte zu bewohnen, die sonst sowohl den Pilzen als auch den Algen verschlossen bleiben, den Pilzen wegen des Fehlens organischer Nahrung, den Algen wegen zu starker Belichtung und Erwärmung sowie wegen der zeitweilig fehlenden Feuchtigkeit. So findet man Flechten ganz allgemein an Mauern, Felsen, trockenen Rinden, die sonst frei von Pilzen sind und meist auch von Algen nicht bewohnt werden.

Während die Algen im allgemeinen die Gestalt ihrer freien Verwandten behalten, manchmal freilich auch ihre Form, sogar erblich, verändern, nehmen die Pilze gewöhnlich Gestalten an, die sich von denen ihrer ohne Algen lebenden Verwandten in ihren vegetativen Organen stark unterscheiden. Das oberirdische Hyphengeflecht, hier meist Thallus, zuweilen auch Stroma genannt, ist gewöhnlich stark entwickelt, häufig lappig oder blattartig, in anderen Fällen wieder strauchig, korallenförmig oder geweihartig, seltener fadenförmig oder gar bandartig. Vielfach ist es krustenförmig, zuweilen sogar knollig; im allgemeinen unterscheidet man strauchartigen, laubartigen, krustenförmigen und knollenförmigen Thallus. Auch die Konsistenz ist recht mannigfaltig, bald lederig oder hornartig, häufig pergamentartig, zuweilen gallertartig. Die Oberfläche ist glatt, körnig oder staubig bzw. mehlig. Auch die Farben sind sehr verschieden: reines Grün ist selten, gewöhnlich herrschen graue, braune oder gelbe Töne vor. Man kennt schon eine sehr große Anzahl verschiedener Flechtenfarbstoffe, die zum Teil säureartigen Charakter haben. Die Farbstoffe sind entweder als Membranfarbstoffe der Haut der Hyphenzellen eingelagert, oder sie sind als Farbstoffexkrete in meist kristallinischer Form den Hyphen aufgelagert. Auch farblose Exkrete, wie z. B. Kristalle von Kalkoxalat, finden sich häufig bei den Flechten, desgleichen oft ocker- oder rostfarbene organische Eisenverbindungen. Im übrigen bestehen die Hyphenmembranen

in der Jugend meist aus reiner Zellulose; nachher erhalten sie durch Um- oder Einlagerungen den Charakter eines anderen Kohlehydrates, der Pilzzellulose. Auch Gummiarten, wie das Lichenin und Isolichenin, finden sich häufig als Umwandlungsprodukte der Zellulose; in anderen Fällen werden die Zellwände später gallertartig. Als Inhaltsstoff der Hyphen ist vor allem fettes Öl charakteristisch. Zuweilen treten geradezu ölhaltige Wülste, sogenannte Ölhyphen, und kugelige, mit Öl gefüllte Verdickungen, sogenannte Sphäroidzellen, in den Zellfäden auf (Abb. 38, E 3, 4). Sehr merkwürdig ist die vermutlich durch die Farbstoffe bewirkte relative Unempfindlichkeit des Flechtenthallus gegen starke Sonnenstrahlung oder Belichtung: manche Flechten können mehrstündige Erwärmung bis auf 60° ertragen, also 10° mehr als die Phanerogamen. Als Regulator bezüglich des Lichtgenusses dient die Dicke und Struktur der Rinde der Flechten, die Menge der Farbstoffe, die Behaarung usw.

Sehr widerstandsfähig sind die meisten Flechten gegen Austrocknung; einerseits nehmen sie durch ihre Wurzelhyphen (Rhizoidhyphen) oder Wurzelhyphenstränge (Rhizinen; Abb. 37, J 2) das Wasser aus dem Substrat auf, das dann kapillar zwischen den Hyphen, namentlich in der dichteren Rindenschicht (Abb. 37, J 2), weitergeleitet wird, oder sie kondensieren den Wasserdampf der Atmosphäre in den Luftlücken des Thallus bzw. zwischen den haarartigen Hyphen der Unterseite desselben. Festgehalten wird das Wasser in vielen Flechten von den gallertigen Membranen der Hyphen und Algenzellen. Dem Gasaustausch dient das lockere Hyphengewebe des Markteiles (Abb. 37, J 2), das häufig mit der Außenwelt durch besondere Lücken im Rindengewebe (sogenannte Zyphellen) in Verbindung steht.

Während bei den laub- und krustenförmigen Flechten die verschiedenen Gewebe des Flechtenpilzes flache, übereinanderliegende Schichten bilden, sind sie bei den strauchförmigen zylindrisch übereinander angeordnet. In diesem Falle haben sie zuweilen außerdem noch einen kleinen, dem Substrat anliegenden flachen, sterilen Thallus und einen senkrecht aufstrebenden, als Podetium bezeichneten säulen- oder oben trompetenförmig angeschwollenen fruchttragenden Thallus. Die fadenförmigen Thalluszweige von Usnea zeichnen sich durch einen zentralen, als Festigungsmittel dienenden Strang langgestreckter Hyphen (Abb. 37, P 2, 3) aus. Viele Flechten haben genau wie die Pilze ein feines, das Substrat oft fußweit durchziehendes Myzel, außerdem unterscheidet man den eigentlichen Thallus, ferner den Hypothallus, d. h. die unteren Anhangsorgane, und den Epithallus, d. h. die oberen Anhangsorgane oder Umbildungen des Thallus. Das häufig gebrauchte Wort Protothallus oder Prothallus wird in sehr verschiedener Weise angewandt und ist besser zu vermeiden.

Beim Thallus selbst unterscheidet man gewöhnlich eine aus lockeren Hyphen bestehende Innenschicht und eine aus dicht ineinander verflochtenen und daher im Durchschnitt parenchymatisch aussehenden Hyphen gebildete Rindenschicht. Die obere Rindenschicht ist meist stärker entwickelt als die untere. An der Grenze von oberer Rinde und Mark findet sich gewöhnlich die Algen- oder Gonidienschicht (Abb. 37, J 2). In selteneren Fällen — bei dem sogenannten endogenen Thallus — liegt die Gonidienschicht peripher. Diesen als heteromerisch bezeichneten Flechten stellt man die wenigen homoiomerischen Flechten gegenüber, bei denen die Gonidien ziemlich gleichmäßig den Thallus erfüllen. Gewöhnlich richtet sich das Wachstum des Thallus nicht nach dem der Algen: nur bei den Formen, deren Gonidien aus Fadenalgen bestehen, folgt die Hyphenbildung mehr oder weniger der fadenförmigen Teilungsweise der Algen; diese Flechten haben daher fädige Ausstülpungen (Abb. 37, H).

Häufig treten warzenförmige oder körnige Rindenwucherungen auf, die zuweilen auch von lockeren, Gonidien führenden Innenhyphen gebildet werden. Entwickeln sie sich

massenhaft zu korallenförmigen Gebilden, so bezeichnet man sie als Isidien. Die Behaarung vieler Flechten besteht aus einzeln hervorgewachsenen Hyphenästen.

Die Fortpflanzung der Flechten geht teils auf vegetativem Wege, teils durch besondere Fortpflanzungsorgane vor sich. Teile des Thallus reißen leicht ab und wurzeln anderswo wieder fest; auch das im Substrat kriechende Myzel vermag neue Thallusindividuen hervorzubringen. Häufiger ist aber die Vermehrung durch sogenannte Soredien, das sind von Pilzhyphen umsponnene Algenzellen (Abb. 37, P 4—8; Abb. 38, D 3—5), die an besonderen, Sorale genannten Brutstellen im Thallus, oft massenweise, gebildet werden und sich allmählich loslösen, um an geeigneten Plätzen wieder festzuwurzeln, gewöhnlich zuerst durch Haftfasern (Abb. 38, D 4). Zuweilen bestehen die Soredien zuerst nur aus einer einzigen, von Myzel umhüllten Algenzelle (Abb. 37, P 4). Die Sorale werden von einigen Forschern für wirkliche, aber der Gestalt nach veränderte Fruktifikationsorgane gehalten, für Apothezien, die in der Gonidienschicht angelegt und später durch parallel angeordnete Hyphen bis zur Oberfläche emporgehoben werden. Während die meisten Flechten irgendeine Art von Soredien entwickeln, häufig in derartigen Mengen, daß sie geradezu Wülste darstellen, fehlt fast allen unter der Rindenoberfläche lebenden Flechten die Soredienbildung ganz. Hier treten dann meist sogenannte Hymenialgonidien als Ersatz auf, nämlich Algenzellen von gewöhnlich minimaler Größe, die sich zwischen den Askenschläuchen der Fruchtkörper des Flechtenpilzes entwickeln und den Sporen beim Ausschleudern derselben anhaften (Abb. 38, H 2); beim Auskeimen der Sporen werden diese Algenzellen dann sofort von dem Myzel ergriffen und als Gonidien dem Flechtenpilze dienstbar gemacht (Abb. 38, H 3).

Die Fortpflanzung der Flechtenpilze durch Fruktifikationsorgane unterscheidet sich nicht von derjenigen der ihnen verwandten Pilze ohne Algensymbiose. Oberflächliche Konidienbildung findet sich bei den Flechten nur äußerst selten, häufig hingegen sind Konidien führende Behälter, die sogenannten Pykniden. Sie sind meist von kugeliger Gestalt, eingesenkt und erfüllt von den kleinen, meist stäbchenförmigen oder schwach gekrümmten Pyknokonidien (Spermatien), die, in Gallert eingebettet, bei der Reife durch Quellung desselben herausgehoben werden. Selten dagegen und bisher nur bei den Calicieae beobachtet sind Oidien oder Chlamydosporen bei den Flechten, während echte Basidien überhaupt nur bei den wenigen Arten der Basidiolichenen auftreten.

Bei weitem am häufigsten ist die Fortpflanzung der Flechtenpilze durch Askosporen, die sich genau so wie bei den höheren Schlauchpilzen meist zu 8, seltener zu 1, 2, 4 oder 6 in besonderen Schläuchen (Asci) entwickeln (Abb. 37, O), diese sind, untermischt mit sterilen Schlauchhyphen (Paraphysen), zu besonderen Fruchtorganen, Apothezien und Perithezien, gehäuft (Abb. 37, G 2) angeordnet. Bei einigen Flechten kann man auch die Entstehung der Asken aus einem Askogon beobachten, welch letzteres sich wieder durch Aussprossung aus dem Karpogon bildet. Das Karpogon, das besonders bei Collema gut sichtbar ist (Abb. 37, G 3, 4) und als weiblicher Sexualapparat angesehen wird, ragt mit seinem flaschenförmigen Endteil, dem Trichogyn, über die Oberfläche des Thallus heraus, und an seiner klebrigen Oberfläche haften häufig Pyknokonidien (Abb. 37, G 5), die daher von manchen für männliche Befruchtungszellen gehalten werden. In anderen Fällen kann von einer Befruchtung schon deswegen nicht die Rede sein, weil Pykniden fehlen, wiederum andere Flechten besitzen kein Karpogon; dennoch entwickeln sich die Askosporen in normaler Weise. Die Apothezien entstehen entweder oberflächlich oder mehr oder weniger tief im

Thallus eingesenkt. Die Sporen sind entweder ein- oder mehrzellig und keimen gewöhnlich sofort nach der Herausschleuderung mit häufig zahlreichen Keimschläuchen (Abb. 37, L 2). Durch Sprossung werden dann auch bald Nährhyphen gebildet, die in das Substrat eindringen, sowie Verzweigungen, welche die Algenzellen einfangen, umhüllen, um sie zu Gonidien zu machen, oder sogar in sie eindringen (Abb. 38, D 6).

Die Verbreitung der Flechten ist eine außerordentlich weite, da sie im Gebirge höher und zu den Polen näher vordringen als irgendwelche andere Pflanzen und außerdem Standorte bewohnen, die anderen pflanzlichen Organismen unzugänglich sind. In Wasser lebende Formen sind nur in sehr geringer Anzahl bekannt, sehr zahlreich sind dagegen die Felsbewohner. Während in den trockenen Steppen und Wüsten der warmen Gebiete nur wenige erdbewohnende Arten existieren, sind die kühlen Regionen der nordischen Länder, besonders die Tundren, von Erdflechten geradezu bedeckt. Die meisten Flechten sind jedoch Rindenbewohner, und zwar wachsen sie gewöhnlich auf der Rinde; sie sind also epiphloeodisch, während bei den innerhalb der Rinde lebenden, hypophloeodischen Formen nur die Fruchtkörper an die Oberfläche treten. In den Tropen gibt es auch blattbewohnende Flechten, doch sind sie weniger zahlreich als die blattbewohnenden Lebermoose, während die Rindenflechten daselbst besonders stark in der Wolkenzone der Gebirge auftreten.

Die Flechten wachsen sehr langsam, haben aber meist eine lange Lebensdauer und brauchen zuweilen mehrere Jahrzehnte, bis sie zur Fruchtbildung gelangen. Auch in bezug auf ihre Wohnsitze sind die Flechten sehr konservativ, falls nicht Klimaänderungen stattfinden; so sind die Grenzen der südlichen Flechtenflora seit etwa dreitausend Jahren fast unverändert geblieben.

Neben einigen über die ganze Erde verbreiteten Flechten, wozu z. B. die Bartflechte und die Renntierflechte gehören, gibt es viele, die größere Teile der Erde bewohnen; die Gattungen sind meist sehr weit verbreitet. Von den etwa 4000 gut bekannten Arten bewohnt ein sehr erheblicher Teil Europa, wo die Flechten freilich auch besonders gut studiert worden sind, und zwar überwiegen in Nordeuropa die Individuen bei den dort vor allem häufigen Erdflechten, während sich Südeuropa durch die große Zahl der Arten auszeichnet.

Die Paläontologie gibt über die Flechten ebensowenig sichere Aufschlüsse wie über die Pilze, da die weiche Struktur der Aufbewahrung der Formen in Abdrücken oder Versteinerungen sehr hinderlich ist. Man kennt daher nur wenige fossile Formen, und zwar bis zur Tertiärzeit herab.

Wie weit die Flechten den von ihnen bewohnten Bäumen schädlich werden, ist noch zweifelhaft: die meisten vermögen wohl kaum mit ihren Rhizoiden die Wände der lebenden Rindenzellen zu durchbohren. In besonders feuchten Gebieten, namentlich in den Gebirgen, nehmen Baumflechten, wie Usnea barbata, Evernia prunastri und andere, durch massenhaftes Auftreten den Blättern oder Nadeln das Licht weg und bilden die sogenannte **Baumkrätze**. Im Engadin werden häufig die Arven und Lärchen zum Absterben gebracht, freilich nur dort, wo sie ohnehin durch dichten Stand wenig Licht erhalten.

Nützlich sind hingegen die Krustenflechten, die dazu beitragen die Felsen zu zersetzen und so die Bildung einer Krume vorbereiten. Namentlich wird der Kalkstein leicht und tief von kalzivoren (kalkfressenden) Krustenflechten zersetzt, deren Hyphen bis fast 2 cm tief in diesem Stein beobachtet worden sind, aber auch hartes Urgestein, wie Granit, Gneis und Glimmerschiefer, wird sichtbar von den Flechten angegriffen, wovon man sich im Gebirge leicht überzeugen kann.

[Zu Tafel 9.]



Flechten





Flechten.

Im übrigen haben einzelne Arten noch einen speziellen Nutzen. Eßbar ist vor allem die freilich ziemlich geschmacklose Mannaflechte, Lecanora esculenta, von den Kirgisen Erdbrot genannt, die in den vorder- und zentralasiatischen sowie den nordafrikanischen Steppen und auch noch in Südrußland auf der Erde verhältnismäßig schnell wächst und bisweilen in gewaltigen Massen vom Winde zusammengefegt wird. Dies ist der sogenannte Mannaregen, der auch den aus Ägypten ausziehenden Israeliten von Nutzen war. Die wohlschmeckende Gyrophora esculenta dient in Japan sogar als Handelsartikel, während Umbilicaria-Arten im subarktischen Nordamerika als wenig angenehm schmeckende, bittere Nahrung nur in Notzeiten gegessen werden.

Von größerer Bedeutung ist Cetraria islandica, das isländische Moos, das wegen seines Gallert als einhüllendes Mittel noch immer offizinell ist, aber auf Island auch mit Milch gegessen oder in Notzeiten als Brotzusatz verwendet wird.

Weit wichtiger noch ist Cladonia rangiferina, die Renntierflechte, die in den arktischen Gegenden im Winter fast das ausschließliche Renntierfutter bildet und dadurch diese Gegenden bewohnbar macht. Auch Alkohol läßt sich aus dieser Flechte bereiten.

Als Farbstofflieferanten dienen die Orseille- und Lackmusflechten, Arten der Gattung Roccella und Ochrolechia. Orseille ist ein aus der Flechte ausgezogener violetter Farbstoff, der sehr schöne, aber nicht lichtbeständige Farben gibt und früher einen bedeutenden Handelsartikel darstellte, jetzt allerdings durch Anilinfarbstoffe in der Färberei fast ganz verdrängt ist. Der rote, durch Alkalien sich bläuende Lackmusfarbstoff dient dagegen bekanntlich noch immer als wichtigster Indikator bei chemischen und technischen Untersuchungen.

Die Einteilung der Flechten basiert auf den Fruchtformen der Flechtenpilze, während die Flechtenalgen erst sekundär in der Einteilung berücksichtigt werden, und zwar nach dem, was wir oben über ihre Verbreitung in den Flechten gesehen haben, mit Recht. Man unterscheidet demgemäß die Ascolichenes oder Schlauchflechten und die Basidiolichenes oder Basidienflechten.

Unterklasse 1:
Ascolichenes oder Schlauchflechten.

Die Schlauchflechten zerfallen in zwei Reihen, die Pyrenocarpeae mit lange geschlossen bleibenden Fruchtkörpern und die Gymnocarpeae mit dauernd oben offenen Fruchtkörpern.

Reihe 1:
Gymnocarpeae oder Offenfrüchtige Flechten.

Die Reihe der Gymnokarpeen enthält drei Unterreihen, die Coniocarpineae, die Graphidineae und die Cyclocarpineae.

Unterreihe 1:
Coniocarpineae oder Netzdach-Flechten.

Bei den Netzdach-Flechten überragen die sterilen Paraphysen der mehr oder weniger offen zutage liegenden Fruchtscheibe die Schläuche und bilden oberhalb derselben ein Kapillitium genanntes Netzwerk. Bei der Reife nimmt dieses Netzwerk die Sporen aus den zerfallenden Schläuchen auf und bleibt als sogenanntes Mazädium noch lange an der Fruchtscheibe als staubartige Masse haften. Echte Sorale scheinen zu fehlen, doch zerfällt

der Thallus häufig in eine pulverige soralähnliche Masse. Die Apothezien sind lang gestielt und bald mehr scheiben-, bald mehr krugförmig, der Thallus ist bald krustig, bald strauchig

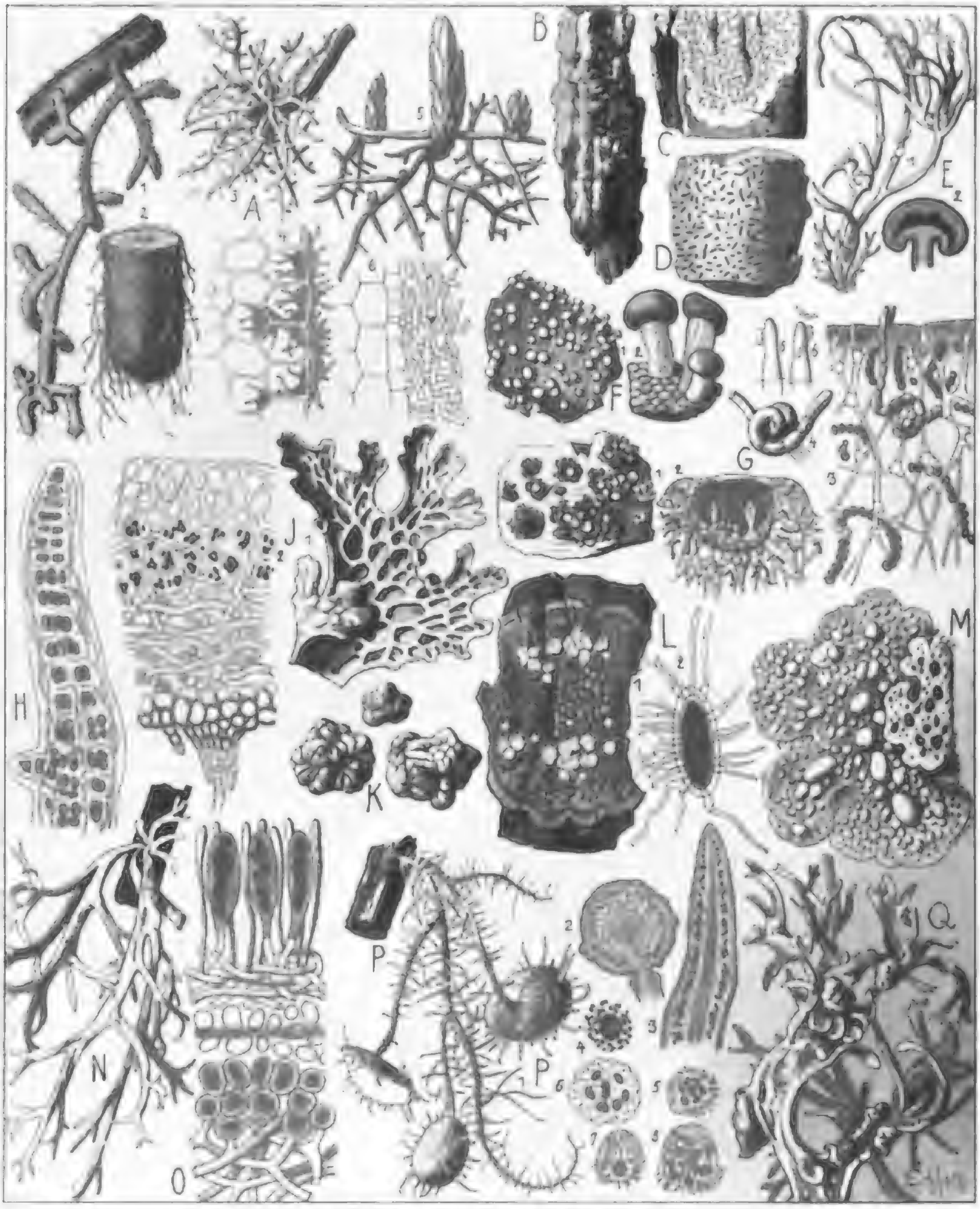


Abb. 37: Myzelienpilze und Flechten. I.

A Mykorhizen: 1, 2 an den Wurzeln der Buche; 3, 4 an den Wurzeln der Silberpappel; 5, 6 an den Wurzeln des Fichtenspargels (Monotropa hyporitys).
B Coniocybe nivea.
C Graphis scripta.
D Opegrapha varia.
E Roccella fuciformis: 1 Habitus; 2 Apothezium, vergrößert.
F Baeomyces roseus: 1 Habitus; 2 Apothezien, vergrößert.
G Collema microphyllum: 1 Habitus; 2 Apothezium, Längsschnitt, vergr.; 3 Thallusquerschnitt mit Karpogon u. Trichogyn: 4 Karpogon; 5, 6 Trichogyn mit Pyknokonidien.
H Ephebe pubescens: ein fädiger Thallusabschnitt im Längsschnitt, vergrößert.
J 1 Lobaria pulmonaria; 2 Sticta fuliginosa: Querschnitt durch den Thallus, vergrößert.
K Lecanora esculenta.
L Pertusaria communuis: 1 Habitus; 2 keimende Spore.
M Umbilicaria pustulata.
N Evernia prunastri.
O Cotraria islandica: Querschnitt durch ein fertiles Thallusstück, vergrößert.
P Usnea barbata: 1 Habitus; 2 und 3 Teile des Thallus im Längsschnitt, vergrößert; 4–8 Sorebienbildung.
Q Ramalina fraxinea.

oder blattartig mit Pleurococcus-, Protococcus-, Stichococcus- oder Chroolepus-Algen als Gonidien.

Krustig ist das Lager bei den kleinen Familien der **Caliciaceae** oder **Knopfflechten** und **Cypheliaceae** oder **Buckelflechten,** und zwar sind die Apothezien bei den sechs Gattungen der ersteren gestielt, bei den fünf Gattungen der letzteren sitzend. Es sind meist Holz- bzw. Rindenbewohner; erstere sehen wie kleine gestielte Köpfchen, letztere wie kleine sitzende Becher oder Köpfe aus. Am verbreitetsten sind die Gattungen Calicium (mit etwa 70 Arten), Chaenotheca und Coniocybe, die Staubkopfflechte (Abb. 37, B), sowie der Flechtenparasit Sphinctrina unter den Gattungen mit gestielten Apothezien, Cyphelium mit 30 Arten unter den Gattungen mit sitzenden Apothezien.

Die kleine, aus fünf Gattungen bestehende Familie der **Sphaerophoraceae** oder **Kugelflechten** hat blattartigen oder strauchigen Thallus mit ungestielten randständigen Apothezien. Die einzige größere Gattung, Sphaerophorus, wächst mit zehn Arten meist auf der Erde auf morschem Holz; S. coralloides, die korallenartige Kugelflechte (Taf. 9, F), ist in den Gebirgen Europas und Nordamerikas heimisch, aber auch auf Madeira und Neuseeland konstatiert worden.

Unterreihe 2:
Graphidineae oder Langfrucht-Flechten.

Die Mitglieder der Unterreihe der Graphidineen haben meist lange und nicht strahlig gebaute, oft sogar unsymmetrische Apothezien. Sie bilden vier Familien mit krustigem und eine mit strauchigem Thallus; die Gonidien bestehen aus Palmella-, Chroolepus- und anderen einzelligen Algen.

Von den krustigen Familien, den sogenannten Schriftflechten, sind die wichtigsten die **Arthoniaceae** oder **Randlosen Schriftflechten** mit unberandeten Apothezien und die **Graphidaceae** oder **Echten Schriftflechten** mit berandeten einzelnstehenden Apothezien. Zu ersteren gehört die Gattung Arthonia mit 500 stein- oder rindenbewohnenden Arten, die meist in wärmeren Gegenden leben, zu letzteren die auf Rinden der Waldbäume wachsenden Gattungen Lithographa, die Stein-Schriftflechte, Xylographa, die Holz-Schriftflechte, Opegrapha, die Zeichenflechte (Abb. 37, D), und Graphis, die Schriftflechte (Abb. 37, C), von welch letzterer allein schon über 400 Arten beschrieben worden sind.

Die Familie der **Roccellaceae** oder **Färberflechten,** die durch strauchigen Thallus mit meist schmal bandförmigen Ästen gekennzeichnet ist, enthält 10 felsenbewohnende, fast sämtlich nur eine Art umfassende Gattungen; nur Roccella umfaßt 23 zum kleineren Teil auf Bäumen lebende Arten. Es sind meist Bewohner der Felsen der Meeresküste, besonders der südlichen Kontinente, doch finden sie sich, namentlich in Amerika, auch im Inneren der Länder; R. fuciformis, die tangartige Färberflechte (Abb. 37, E), R. Arnoldi und tinctoria reichen nördlich bis ins Mittelmeergebiet. Besonders aus diesen Arten, den echten Färberflechten, auch Orseille- oder Lackmusflechten genannt, wird der obenerwähnte Farbstoff Orseille, Persio und Lackmus (= lacca musci) gewonnen, und zwar aus den an sich farblosen Flechtensäuren durch Gärung vermittelst eines unter Anwesenheit von Sauerstoff sich entwickelnden Bazillus. Aus dem farblosen, wasserlöslichen Orcin entsteht so das braune amorphe Orcein, das sich in Alkohol und Alkalien in violetter Farbe löst. Während diese Flechte früher einen nicht unbedeutenden Handelsartikel, besonders von Chile, den Kanaren, Sokotra und Deutsch-Ostafrika, ausmachte, ist der Export in neuester Zeit infolge des Wettbewerbes künstlich hergestellter Farben stetig zurückgegangen.

Unterreihe 3:
Cyclocarpineae oder Kreisfrucht-Flechten.

Die Kreisfrucht-Flechten haben scheibenförmige, selten etwas krugförmige Apothezien, die entweder dem Thallus aufsitzen bzw. ihm eingesenkt sind oder von Stielen, Podetien, die häufig reich verzweigt sind, getragen werden; meist sind sie von einem aus dicht verflochtenen Hyphen gebildeten Gehäuse umgeben, das zuweilen einen Teil des Thallus ausmacht. Es sind phylogenetisch nicht einheitliche, sondern von verschiedenen Pilzreihen abstammende Flechtenpilze, die in fast dreißig verschiedene Familien zerlegt werden,

nach der Beschaffenheit des Thallus und der Gestalt der Apothezien einerseits, nach der Gattung der Gonidien anderseits. Wir können hier nur die wichtigeren anführen.

Von den Familien mit krustigem Thallus ist vor allem die Pleurococcus als Gonidien beherbergende Familie der **Lecideaceae** oder **Scheibenflechten** zu nennen.

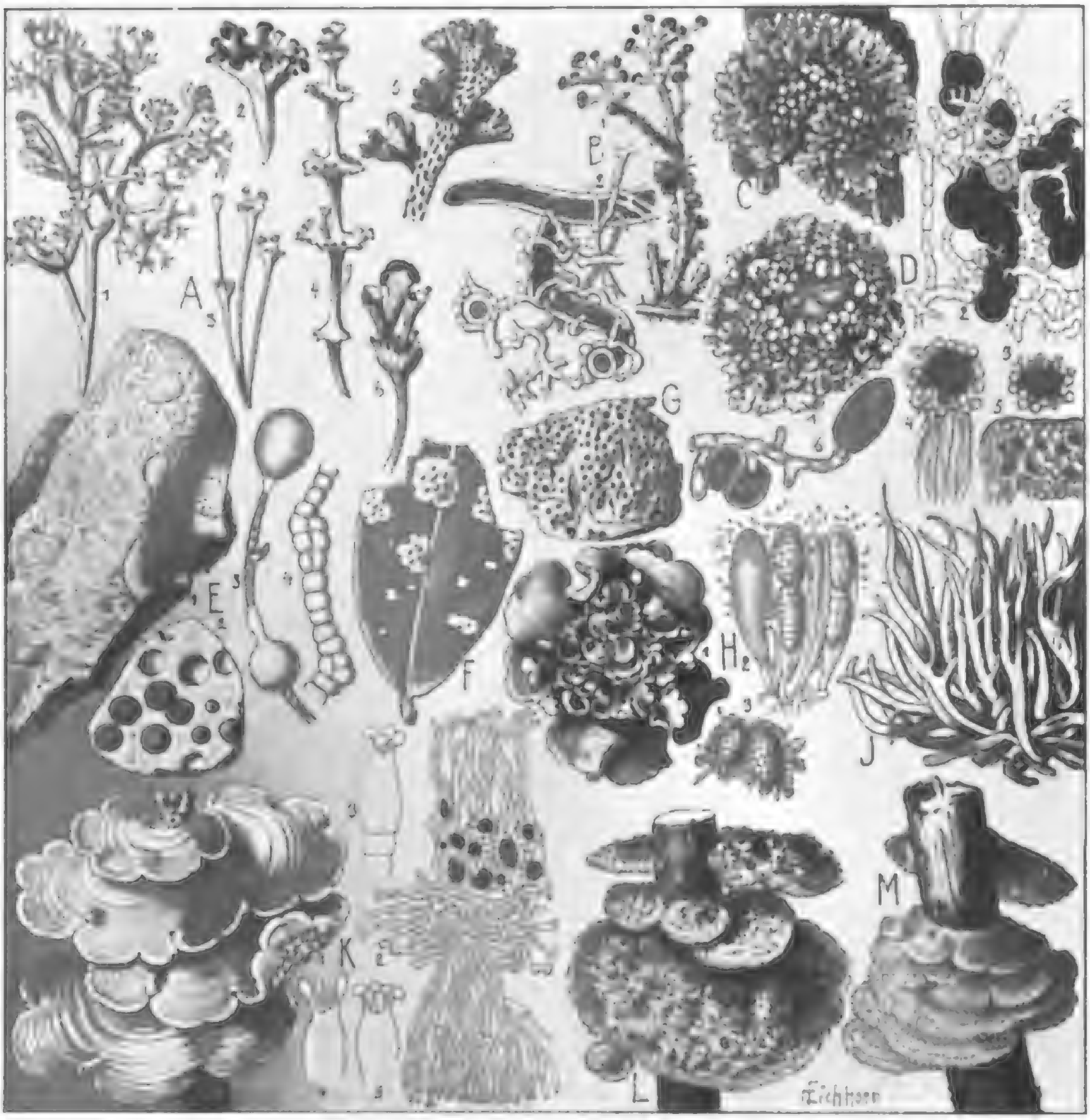


Abb. 38: Myzelienpilze und Flechten. II.

A 1 Cladonia rangiferina; 2 C. coccifera; 3 C. gracilis; 4 C. verticillata; 5 C. retipora; 6 C. pyxidata.
B Stereocaulon ramulosum: 1 Habitus; 2 Gonidien mit Flechtenpilzmyzel, vergrößert.
C u. D Xanthoria parietina: 1 Habitus; 2 u. 6 Gonidien mit Flechtenpilzmyzel, vergrößert; 3–5 Soredienbildung, vergrößert.
E Verrucaria marmorea: 1 natürl. Größe; 2 vergrößert; 3, 4 V. calciseda: 3 Sphäroidzellen; 4 Ölhyphe.
F Strigula complanata.
G Pyrenula nitida.
H Endocarpon minutum: 1 Habitus; 2 Schläuche; 3 Sporen mit Hymenialgonidien.
J Thamnolia vermicularis.
K Cora pavonia: 1 Habitus; 2 Querschnitt durch den Thallus, vergrößert; 3–5 Basidien.
L Dictyonema sericeum.
M Coenogonium Linkii.

Die wichtigste Gattung ist Lecidea, die Scheibenflechte (Taf. 9, K), mit etwa 500 lebenden Arten, besonders in der gemäßigten Zone, und zwar sind es vornehmlich Felsenbewohner, die oft hoch ins Gebirge hinaufsteigen. Andere große Gattungen dieser Familie sind Bacidia, Catillaria, Toninia, deren Arten meist auf Rinden, Erde oder abgestorbenen Pflanzenteilen leben, während die Gattung Rhizocarpon aus 90 felsenbewohnenden Arten besteht. Zu diesen gehört die auf Urgestein der

Hochgebirge sehr häufige, bis zum ewigen Schnee vordringende, leuchtend gelbgrüne Geographen- oder Landkartenflechte, Rh. geographicum (Taf. 9, J).

Bei der kleinen Familie der **Baeomycetaceae** oder **Korallenflechten** sitzen auf dem krustigen Thallus mehr oder weniger langgestielte, hellgefärbte Fruchtkörper.

Neuerdings wird diese Familie mit den Cladoniazeen vereinigt. Die wenigen, meist Pleurococcus-Gonidien enthaltenden Gattungen bewohnen Erde und Felsen. Die bei uns besonders auf sterilem Heideboden häufige Flechte Baeomyces roseus, die rosenrote Korallenflechte (Abb. 37, F), hat schön rosa gefärbte Fruchtköpfchen.

In der Familie der **Cladoniaceae** oder **Säulenflechten** tritt der krustige, früh absterbende Thallus gegenüber den reichverzweigten Fruchtstielen (Podetien) zurück (Abb. 38, A, B).

Die wichtigste Gattung ist die in 140 Arten über die ganze Erde verbreitete Cladonia oder Säulenflechte, deren innen hohle Podetien becherförmig verbreitert sind. Es sind meist auf dem Erdboden lebende Pflanzen, deren strauchige Podetien gewöhnlich weiß gefärbt sind und braune (C. pyxidata, die Becher-Säulenflechte; Taf. 9, E) oder schön rote (C. coccifera, die Scharlach-Säulenflechte; Abb. 38, A 2; C. macilenta, die rote Säulenflechte; Taf. 9, D) Apothezien tragen. Das zierliche Korallenmoos unserer Hochgebirge, C. bellidiflora, hat außerdem noch mit feinen dichten Schuppen bedeckte Podetien. Unter dem Namen Renntierflechte werden drei Arten zusammengefaßt, C. rangiferina (Abb. 38, A 1; Taf. 10, c), sylvatica und alpestris, die, auch bei uns in trockenen Wäldern und Heiden häufig, namentlich in der arktischen Zone massenhaft in den Tundren auftreten und den Renntieren im Winter als Nahrung dienen. Die Gattung Stereocaulon oder Strunkflechte ist gekennzeichnet durch von einem Markstrang erfüllte Podetien sowie durch das Vorhandensein von Zephalodien. Es sind Felsen und Erdboden namentlich in trockenen Wäldern und auf der Heide bewohnende Flechten mit reichverzweigten, aber nicht becherartig verdickten Podetien (Abb. 38, B; Taf. 9, G).

In Gebirgen zwischen Moosen und Flechten fast kosmopolitisch ist Thamnolia vermicularis, die Wurmflechte (Abb. 38, J), deren sehr kleine Apothezien seitenständig im Thallus zu vielen beieinander eingesenkt sitzen. In den peruanischen Anden wird sie wegen ihres Bitterstoffes bei Magenkrankheiten verwendet.

Durch Apothezien, die vom Thallusgewebe eingehüllt sind, zeichnen sich die einander nahestehenden Familien der **Lecanoraceae** oder **Kuchenflechten** und **Pertusariaceae** oder **Porenflechten** aus, erstere mit deutlicher, letztere mit punktförmiger oder schmaler Fruchtscheibe und großen, dickhäutigen Sporen.

Es sind krustige, meist Rinde und Holz, seltener Steine und Felsen bewohnende, Protokokkazeen als Gonidien enthaltende Flechten, deren wichtigste, je 200 Arten umfassende Gattungen Lecanora und Pertusaria sind. Die Arten der ersteren Gattung haben in der Regel einen krustigen, der Unterlage angewachsenen Thallus, unregelmäßig knollig sind dagegen die einzelnen Individuen von L. esculenta, der Mannaflechte (Abb. 37, K), die schon oben als zeitweilig wichtiges Nahrungsmittel besprochen wurde. Sie enthält neben vielem Gallert und oxalsaurem Kalk auch etwas Inulin. Pertusaria communis, die gemeine Porenflechte (Abb. 37, L), ist eine bei uns sehr häufige Rindenflechte. Die im Gebirge an Baumstämmen, aber auch auf der Erde wachsenden Ochrolechia tartarea, die unechte Lackmusflechte, und O. pallescens, die Parelleflechte oder Erdorseille, können zur Gewinnung von violetten und roten Farbstoffen verwendet werden.

Durch meist zweizellige Sporen unterscheiden sich von den übrigen Krustenflechten die Familien der **Caloplaceae** oder **Blaßsporenflechten**, der **Buelliaceae** oder **Schichtflechten** und der **Physciaceae** oder **Blasenflechten**.

Sie sind namentlich in den Gattungen Caloplaca, Buellia und Physcia auch bei uns an den Rinden der Laubbäume häufig. Die Caloplaceae beherbergen Pleurococcus-Gonidien und haben farblose Sporen, die beiden anderen Familien haben Protococcus-Gonidien und gefärbte Sporen, die ersteren einen durchweg krustigen bis schuppigen geschichteten, die letzteren einen zuweilen blattartigen oder strauchigen Thallus.

Durch einen im feuchten Zustande gelatinösen Thallus, der Zyanophyzeen beherbergt, sind vor allem die Familien der Lichinaceae, Ephebaceae und Collemaceae charakterisiert. Der Thallus ist nur selten krustig, meist blattartig oder schuppig, manchmal strauchig.

Die Familie der **Lichinaceae** oder **Tangflechten** hat einen krustigen oder schuppigen, von Rivularia-Gonidien bewohnten Thallus. Sie enthält wenige an Felsen wachsende artenarme Gattungen, von denen Lichina an Felsen der Meeresküsten beider Hemisphären wächst. Die Mitglieder der Familie der **Ephebaceae** oder **Zweigflechten** sind kleine verzweigte oder verfilzte artenarme, von Scytonema- oder Stigonema-Gonidien bewohnte strauchige Flechten, von denen Ephebe (Abb. 37, H) an Felsen im Gebirge wächst. Die Familie der **Collemaceae** oder **Gallertflechten** enthält Nostoc-Fäden als Gonidien. Der Thallus ist schuppig, blattartig oder zwergstrauchig, selten fast krustig. Ihre Mitglieder leben an Felsen sowie auf dem Erdboden, besonders zwischen Moosen und an Rinden. Artenreich sind die Gattungen Collema, die Gallertflechte (Abb. 37, G), und Leptogium; auch die kleinere Gattung Physma ist bei uns nicht selten. Von geringer Bedeutung sind die Familien der **Pyrenopsidaceae,** der **Acarosporaceae,** der **Pannariaceae** und **Heppiaceae.** Letztere enthält nur die eine erdbewohnende, über die ganze Erde verbreitete Gattung Heppia, während zu den Pannariazeen die in Gebirgsbächen Nordamerikas lebende lebermoosartige Gattung Hydrothyria gehört.

Deutlich blattartigen Thallus haben die Familien der Gyrophoraceae, Stictaceae, Peltigeraceae, Parmeliaceae und Theloschistaceae.

Die Familie der **Gyrophoraceae** oder **Kreisflechten** umfaßt drei an Felsen wachsende Gattungen und enthält Pleurococcus-Gonidien. Nur die Mitte des Thallus ist durch eine Art Nabel an der Unterlage befestigt; beide Seiten des Thallus sind berindet.

Gyrophora, die Kreisflechte (Taf. 10, a), bewohnt mit 35 und Umbilicaria, die Nabelflechte, mit sechs Arten die nördliche gemäßigte Zone, während eine dritte, zwei Arten enthaltende Gattung in Nordamerika und im Kapland wächst. Umbilicaria pustulata, die blasige Nabelflechte (Abb. 37, M), eine graue, oben bereifte, blasige Flechte, ist in den Gebirgen auf Urgestein häufig. Die braune Gyrophora esculenta, die eßbare Kreisflechte, dient in Japan als Nahrungsmittel.

Die Familie der **Stictaceae** oder **Grubenflechten** hat einen blattartigen, meist tief zerteilten, durch Fasern mit der Unterlage verbundenen, beiderseits berindeten Thallus mit Protokokkazeen- oder Nostoc-Gonidien. Die schildförmigen Apothezien sitzen der Fläche oder dem Rande auf.

Von den beiden, je etwa 150 Arten enthaltenden, meist auf Rinde lebenden Gattungen zeichnet sich Sticta gegenüber Lobaria durch das Vorhandensein von Zyphellen auf der Thallusunterseite aus. Die in feuchten Gebirgswäldern auf moosigen Felsen häufige Lobaria pulmonaria, die Lungenflechte oder das Lungenmoos (Abb. 37, J), ist durch den bräunlichen, tief gelappten, netzaderig-grubigen Thallus leicht kenntlich; früher offizinell, findet sie noch heute in der Volksmedizin Verwendung. Von den Sticta-Arten haben viele gelblichen oder rötlichen Thallus.

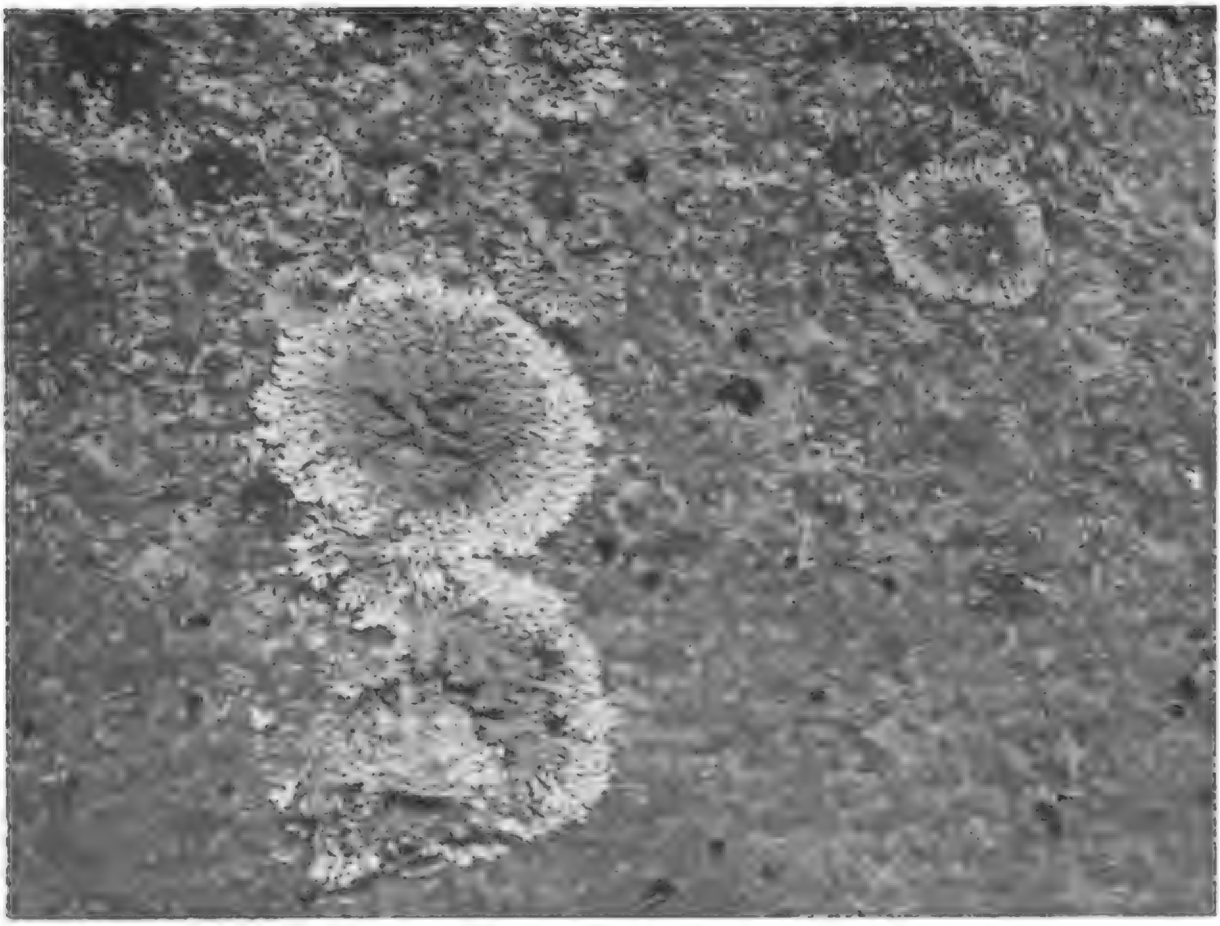
Die Familie der **Peltigeraceae** oder **Schildflechten** unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß die Apothezien unberandet sind und mit der ganzen Unterseite dem Thallus aufsitzen. Ihre Mitglieder sind meist Erdbewohner.

Von den fünf Gattungen ist nur Peltigera, die Schildflechte, mit etwa 20 Arten (Taf. 10, d) von Wichtigkeit, P. canina, die Hundsflechte (Taf. 9, B), ist in Deutschland an Waldrändern häufig. Sie ist an den braunen randständigen, fast gestielten Apothezien leicht zu erkennen.

Die Familie der **Parmeliaceae** oder **Schüsselflechten** hat einen beiderseits berindeten, durch Fasern dem Substrat angehefteten, Protokokkazeen-Gonidien enthaltenden Thallus, in welchem die Apothezien eingesenkt sind.

Die wichtigste Gattung ist Parmelia, die Schüsselflechte, eine mit 400 Arten über die ganze Erde verbreitete Gattung, die auch in Deutschland in zahlreichen Arten (Taf. 9, L; Taf. 10, a) an Baumrinde und auf Steinen vorkommt. Eine zweite wichtige Gattung ist Cetraria, die Tartschenflechte (Abb. 37, O, und Taf. 10, b), deren Hauptart, die auf Heide häufige C. islandica (Taf. 9, C), das isländische Moos der Apotheken darstellt.

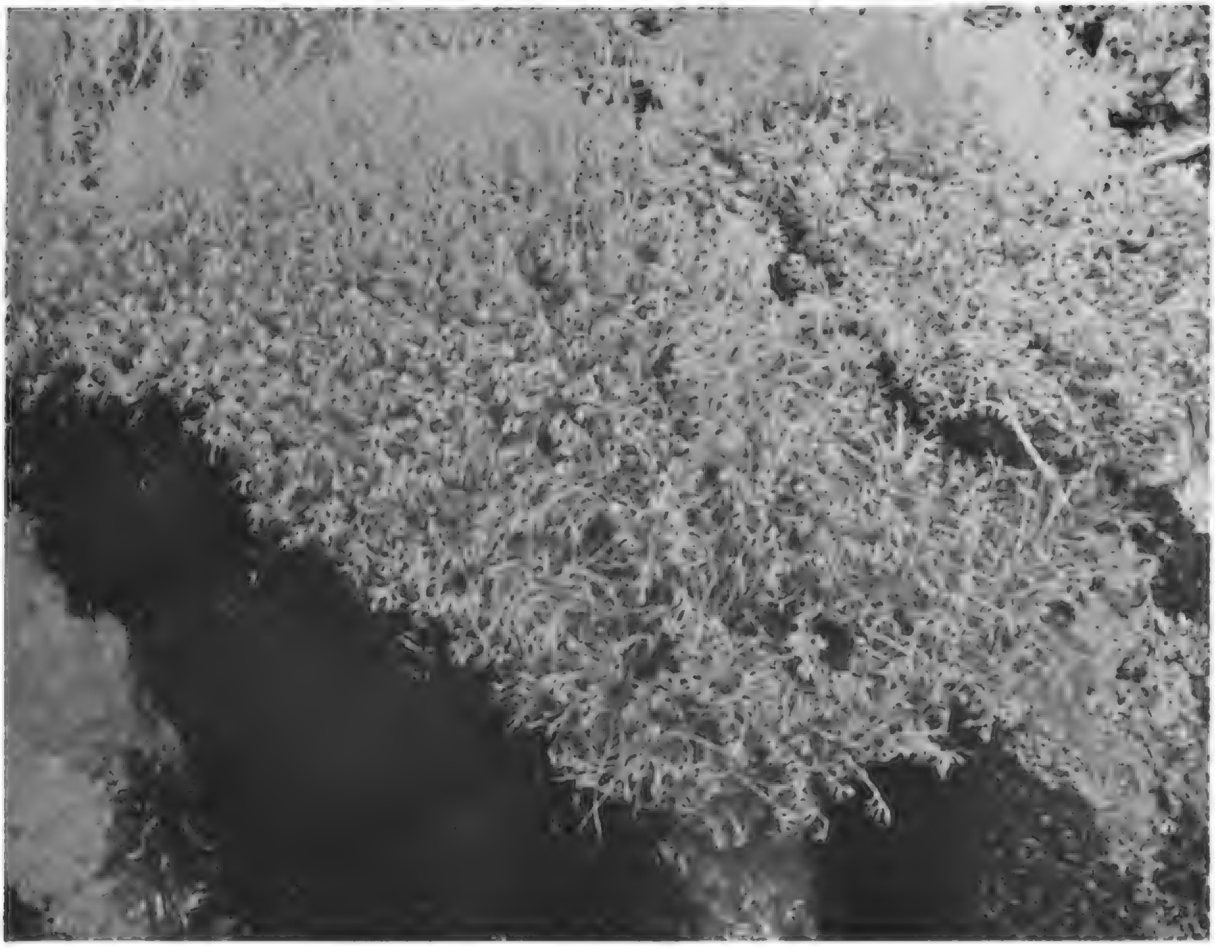
Die Familie der **Theloschistaceae** oder **Wandflechten** ist durch zweizellige, farblose Sporen von ihren Verwandten unterschieden. Sie umfaßt auch strauchige Formen und führt Pleurococcus-Gonidien im Thallus.



a) Felsenflechten, besonders die Schüsselflechte (Parmelia saxatilis) und die Kreisflechte (Gyrophora sp.), auf einem Granitfelsen in Mittel-Schweden. Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.



b) Rindenflechten, besonders die Bandflechte (Evernia furfuracea) und die Tartschenflechte (Cetraria pinastri), auf einem Kiefernstamm. Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.



c) Erdflechten, besonders die Renntierflechte (Cladonia rangiferina). Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.



d) Erdflechten, besonders die Schildflechte (Peltigera aphthosa). Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.

Außer der Gattung Theloschistes mit zwölf Arten gehört auch Xanthoria hierher, deren Art X. parietina, die Wandflechte (Abb. 38, C, D; Taf. 9, M), eine der gemeinsten Flechten an der Rinde unserer Bäume ist und früher auch gelegentlich zum Gelbfärben benutzt wurde.

Die Familie der **Usneaceae** oder **Bartflechten** hat einen rein strauchigen, d. h. schmalästigen, radiär gebauten und ringsum berindeten, Protococcus-Gonidien führenden Thallus. Ihre Mitglieder sind meist von den Ästen oder am Stamme hängende oder niederliegende, seltener aufrechte Flechten, die mit einer Haftscheibe an der Unterlage befestigt sind. Die Apothezien sind vom Thallus umrandet.

Hierher gehören von artenreichen Gattungen Ramalina, die Astflechte (Abb. 37, Q), und Usnea, die Bartflechte, mit je 100 Arten. Besonders bekannt ist die Greisen-Bartflechte, U. barbata (Abb. 37, P), die namentlich im Gebirge sehr häufig die Bäume mehr oder weniger bedeckt. An Rinden alter Bäume, Brettern und Zäunen gemein ist die Gattung Evernia oder Bandflechte (Taf. 10, b). E. prunastri, die graugrüne Bandflechte (Abb. 37, N), eine hell graugrüne, unterseits weiße Flechte, bewohnt vor allem die Rinde von Laubbäumen und bewirkt besonders an Obstbäumen zuweilen die sogenannte Baumkrätze; sie war früher als Lungenmoos offizinell. Ehemals wurde zu derselben Gattung auch Letharia vulpina, die Zitronenflechte, gezählt, eine zitronengelbe, sehr ästige und grubige Flechte, die namentlich im Gebirge an Nadelhölzern häufig ist. Zwischen Steingeröll im Hochgebirge wächst die schwefel- oder ockergelbe strauchige, oft ausgedehnte Rasen bildende Alectoria ochroleuca oder Federbuschflechte.

Die Familien der **Coenogoniaceae** und **Chrysothricaceae**, die sogenannten **Schwammflechten**, haben einen schwammigen, byssusartigen bis spinnwebigen, nicht selten algenähnlichen Thallus.

Erstere enthält zwei Gattungen, von denen Coenogonium, die Algenflechte (Abb. 38, M), Chroolepus-Gonidien führt, während die andere Cladophora als Gonidien hat. Die meisten Arten sind tropisch, doch findet sich in Deutschland C. germanicum, das an schattigen Stellen als kleiner schwarzer Rasen auftritt. Die zweite Familie ist bisher nur in einer Art, Chrysothrix noli tangere, als kleine goldgelbe, schwammig-pulverige Klümpchen auf Kaktusstacheln in Chile gefunden worden; die Apothezien bilden weiße Scheibchen, als Gonidien dienen Palmella-Algen.

Reihe 2:

Pyrenocarpeae oder Schließfrüchtige Flechten.

Die Fruchtkörper der Pyrenokarpeen bleiben wie bei den Sphaeriaceales unter den Pilzen lange geschlossen und öffnen sich schließlich am Scheitel oder seitlich mit einer rundlichen Pore oder einem strahligen Risse; es sind also Perithezien. Sie sind meist von kugeliger oder halbkugeliger Form, oft am Scheitel mit einem vorgezogenen Hals, häufig mehr oder weniger in den Thallus eingesenkt und, wenn frei, nicht selten von einer Gonidien führenden Thallusschicht umhüllt. Der Thallus ist meist krustig oder schuppig, seltener laubartig oder strauchig, berindet oder unberindet. Als Gonidien dienen einzellige wie fädige Algen, und zwar sowohl Chlorophyzeen als auch Schizophyzeen. Sorale werden selten gebildet, dafür sind Hymenialgonidien häufig. Von den zwölf Familien haben fünf Pleurococcus- oder Palmella-Gonidien, vier Chroolepus-Gonidien, eine beide Arten, während von den letzten zwei die eine Phyllactidium oder Cephaleurus, die andere Nostoc oder Scytonema als Gonidien enthält.

Unter den ersteren ist die kleine Familie der **Moriolaceae** oder **Kapselflechten** dadurch interessant, daß die Gonidien in besonderen von Pilzmyzel gebildeten Kapseln (Goniozysten) oder Kammern (Lagerkerne) eingeschlossen liegen. Sie umfaßt zwei Gattungen mit wenigen Arten, die in Nord- und Mitteleuropa auf Rinde und Erde wachsen.

Wichtig ist vor allem die Familie der **Verrucariaceae** oder **Warzenflechten**, deren 13 Gattungen großenteils felsbewohnende Arten enthalten. Es sind krustige, unberindete

Formen, die zuweilen tief in das Gestein, namentlich in Kalk, eindringen und Ölhyphen bilden (Abb. 38, E 3, 4).

Die größten Gattungen sind Verrucaria, die Warzenflechte (Abb. 38, E), mit etwa 100 Arten, die häufig rosafarbene, graue oder weiße Überzüge auf den Felsen bilden, ferner Thelidium und Polyblastia mit etwa 50 Arten. Letztere Gattung umfaßt auch erdbewohnende und sogar epiphytisch auf anderen Flechten wachsende Arten.

Die Familie der **Dermatocarpaceae** oder **Deckfruchtflechten** hat blattartigen oder schuppigen Thallus. Sie besteht aus sieben Gattungen, von denen Dermatocarpon 70, Endocarpon 20 Arten umfaßt. Einige Vertreter finden sich auch in Deutschland auf Rinde oder Erde (Abb. 38, H).

Von den Chroolepus als Gonidien beherbergenden Familien sind nur die krustigen **Pyrenulaceae** oder **Kernflechten** erwähnenswert.

Unter ihren 15 Gattungen sind mehrere, auch in Deutschland häufige sehr artenreich, z. B. Porina mit 150, Arthopyrenia mit 140, Pyrenula, die Kernflechte (Abb. 38, G), mit 100 Arten. Sie leben meist auf Rinden, aber auch felsenbewohnende Formen sind nicht selten, und Arthopyrenia Kelpii wächst sogar auf vom Meerwasser überspülten Felsen und Muschelschalen: unter den Flechten eine große Ausnahme.

Die anderen gleichfalls krustenartigen Familien dieser Gruppe heben sich teils durch seitenständige Mündung der Fruchtkörper, teils durch deren Vereinigung zu einem Stroma hervor. Es sind meist Rindenbewohner der wärmeren Gegenden ohne größere Bedeutung.

Interessant ist die Phyllactidium- und Cephaleurus-Gonidien beherbergende Familie der **Strigulaceae** oder **Furchenflechten** dadurch, daß die sechs Gattungen fast durchweg aus Arten bestehen, die auf lederartigen Blättern in wärmeren Gegenden wachsen.

Am bekanntesten sind die Gattungen Phylloporina mit 30 Arten, besonders die weitverbreitete Ph. epiphylla, sowie Strigula mit 25 Arten, namentlich die ebenfalls weitverbreitete S. elegans sowie die in Südamerika bis zu den Südstaaten Nordamerikas reichende S. complanata, die abgeplattete Furchenflechte (Abb. 38, F).

Die Nostoc oder Scytonema führende, aus wenigen, größtenteils Felsen bewohnenden krustenförmigen Gattungen zusammengesetzte Familie der **Pyrenidiaceae** hat ebensowenig Bedeutung wie die Familie der **Mycoporaceae**. Die Mitglieder der letzteren sind gleichfalls Krustenflechten, aber Rindenbewohner, deren Fruchtkörper durch Scheidewände mehr oder weniger vollständig geteilt sind.

Unterklasse 2:

Basidiolichenes oder Basidienflechten.

Im Gegensatz zu den Schlauchflechten ist die Zahl der bisher bekannten Flechten, deren pilzliche Komponente zu den Basidiomyzeten gehört, recht unbedeutend.

Am bekanntesten ist Cora pavonia, die Pfauenflechte (Abb. 38, K), aus dem tropischen Brasilien, bei der sich eine Thelephorazee mit Chroococcus-Gonidien verbindet, während bei Dictyonema sericeum, der Netzfadenflechte (Abb. 38, L), Scytonema-Arten als Gonidien dienen. Überwiegen letztere, so entsteht die Laudatea caespitosa genannte Flechte. Auch aus Borneo ist eine Flechte bekanntgeworden, bei der sich ein Hymenomyzet mit Scytonema verbindet; sie wurde Rhipidonema ligulatum genannt.

Es dürften gewiß noch manche hierhergehörige Formen gefunden werden, groß wird aber die Anzahl wohl kaum werden, da es sich doch im allgemeinen nur um stattlichere Formen handeln kann, die nicht so leicht übersehen werden können wie die kleinen Askolichenen, und daher großenteils gewiß schon entdeckt worden wären.

Kreis III:

Embryophyta oder Embryopflanzen.

Die dritte große Hauptabteilung der Pflanzenwelt ist von den beiden ersten, den Protophyten und Thallophyten, durch den fast stets in Stamm und Blätter gegliederten Vegetationskörper, Kormos genannt, unterschieden, nach welchem die Mitglieder des Kreises auch als Kormophyta bezeichnet werden. Noch charakteristischer ist es aber, daß bei allen Gewächsen dieser Abteilung die befruchtete Eizelle vor dem Auskeimen sich zu einem Embryo genannten Gewebskörper umbildet. Bei manchen niedrigeren Formen ist freilich der Embryo nur sehr schwach entwickelt, und anderseits gibt es bei den verschiedensten Abteilungen dieses Kreises Formen, bei denen Wurzeln, Blätter oder auch der Stamm nicht zur Ausbildung gelangen; jedoch erklären sich diese Abweichungen von der Regel durch eigenartige Anpassungen an spezielle Lebensverhältnisse, an den Aufenthalt im Wasser und in besonders trockener Luft, oder durch Parasitismus.

Die Embryopflanzen zerfallen in die zwei großen Abteilungen der Archegoniophyta oder Archegonienpflanzen und der Spermophyta oder Samenpflanzen.

Abteilung A:

Archegoniophyta oder Archegonienpflanzen.

Die alle Moose, Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse umfassende Abteilung der Archegonienpflanzen schließt sich in gewissem Sinne an die Thallophyten an, indem manche Vertreter dauernd, die meisten wenigstens während eines Teiles ihres Lebens keine Gliederung in Stamm und Blätter aufweisen, sondern einen fadenförmigen, flächenförmigen oder knolligen Gewebskörper bilden.

Der ganzen Abteilung eigen ist aber der Generationswechsel, der darin besteht, daß von je zwei aufeinanderfolgenden Generationen nur eine die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane trägt, der sogenannte Gametophyt oder die Geschlechtsgeneration, während die mit ihr abwechselnde Generation nur ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, die Sporangien, hervorbringt und daher als Sporophyt oder ungeschlechtliche Generation bezeichnet wird.

Die Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt ist eine Folge der terrestrischen Lebensweise. Wo die höheren Pflanzen sich wieder dem Wasserleben deutlich anpassen, da herrscht

auch die Tendenz vor, diese Gliederung mehr oder weniger rückgängig zu machen. Immerhin bedürfen die meisten Formen dieser Abteilung in gewissen Lebensstadien, besonders während der thallosen Lebensperiode sowie zur Zeit der Befruchtung, des flüssigen Wassers, und daher bevorzugen die meisten Archegoniaten feuchte Standorte.

Auch die anatomische Differenzierung des Stammes hängt mit der schärferen Ausprägung der terrestrischen Lebensweise zusammen. Während die Lebermoose keinerlei Leitbündel haben, weisen manche der mehr terrestrischen Laubmoose schon deutliche, zum Wassertransport dienende zentrale Zellstränge auf. Echte geschlossene Leitbündel treten aber erst bei den Farnen auf, um dann bei den höheren Pflanzen bis auf wenige parasitische oder wasserbewohnende Formen nicht wieder zu verschwinden.

Sehr verschiedenartig ist bei den Archegoniaten die Bedeutung und Intensität der Ausbildung der beiden Generationen. Bei den Moosgewächsen oder Bryophyten ist die Geschlechtsgeneration sehr stark entwickelt und zerfällt meist in ein thalloïdes und ein kormoïdes Stadium. Das erstere, Protonema oder Vorkeim genannt, wird gewöhnlich von nicht miteinander verwachsenen verzweigten Zellfäden gebildet, das letztere, das die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane, die Antheridien und Archegonien, trägt, besteht aus Stamm, Blättern und wurzelartigen Organen, sogenannten Rhizoiden. Die ungeschlechtliche Generation stellt hingegen meist nur ein Anhangsgebilde der Geschlechtsgeneration dar und bleibt mit dieser dauernd verbunden. Sie wird fast immer nur durch einen Stiel dargestellt, der einen Sporogonium genannten Sporenbehälter trägt.

Bei den Farnen, Schachtelhalmen und Bärlappgewächsen, die man als Farngewächse oder Pteridophyten zusammenzufassen pflegt, ist im Gegensatz hierzu die ungeschlechtliche Generation bei weitem überragend: sie besteht aus Stamm, Wurzeln und Blättern und trägt die Sporangien. Die geschlechtliche Generation, welche die Antheridien und Archegonien trägt, ist dagegen hier klein und thallusartig ausgebildet: sie wird als Prothallium bezeichnet und ist sehr verschiedenartig gestaltet. Meist ist es eine der Erde aufliegende oder unterirdisch wachsende flächen- oder knollenförmige, ausnahmsweise auch fädige Gewebsmasse, die gewissermaßen die Basis darstellt, aus der die gewöhnlich viel größere und mannigfaltiger organisierte ungeschlechtliche Generation hervorwächst.

Die Tendenz geht offenbar dahin, die geschlechtliche Generation zugunsten der ungeschlechtlichen immer mehr einzuschränken. Bei manchen Pteridophyten verbleibt das Prothallium sogar fast ganz und andauernd innerhalb der Spore. In diesen Fällen sind die Prothallien zweihäusig, die männlichen sind kleiner und entsprechen kleineren Sporen, den Mikrosporen, die weiblichen, größeren, befinden sich in den größeren Makrosporen; ja diese Differenz erstreckt sich auch noch auf die Sporangien, so daß man Makro- und Mikrosporangien unterscheidet, und selbst die die Sporangien umhüllenden umgewandelten Blattgebilde oder Sori werden noch hierdurch beeinflußt. Solche heterosporen Archegoniaten finden sich sowohl bei den Farnen, bei denen die sogenannten Wasserfarne oder Hydropteriden, d. h. die Familien der Marsiliazeen und Salviniazeen, heterospor sind, als auch unter den Bärlappgewächsen, und zwar hier bei den Familien der Selaginellazeen und Isoëtazeen.

An die heterosporen Pteridophyten schließen sich denn auch die höheren Gewächse, die Samenpflanzen oder Spermophyten, am ungezwungensten an, nur daß bei diesen im Generationswechsel die geschlechtliche Generation noch mehr zurückgedrängt ist und jede Selbständigkeit verloren hat, indem sie gänzlich von der Spore umschlossen bleibt. Während

bei den Archegoniaten die männlichen Befruchtungsorgane noch wie bei den meisten Algen aus selbstbeweglichen Spermatozoïden bestehen, finden sich solche bei den höheren Pflanzen nur bei einzelnen der niedersten Abteilungen, die auch sonst noch manche Ähnlichkeit mit den Pteridophyten haben.

Ist der Übergang der Archegonienpflanzen zu den Samenpflanzen also klar vorgezeichnet und nicht durch erhebliche Lücken unterbrochen, so sind die in viel früherer Erdperiode von den Thallophyten abgezweigten Archegonienpflanzen von ihnen jetzt durch eine so weite Kluft getrennt, daß wir den Ort ihrer Abgliederung schwer bestimmen können.

Während manche die Armleuchteralgen (Characeae) als die nächsten Verwandten der Archegonienpflanzen ansehen, wegen des vegetativen Aufbaues derselben, spricht doch mehr dafür, die Archegoniaten an die Klasse der Grünalgen (Chlorophyceae) anzuschließen, und zwar speziell an die Familie der Coleochaetaceae, deren Karpogonien als Übergangsform von den einfachen Fruchtzellen der Algen zu den Moosarchegonien angesehen werden können. Doch kann diese Hypothese über einen gewissen Grad der Wahrscheinlichkeit nicht hinauskommen, und es ist leider, in Anbetracht des schlechten Erhaltungszustandes der Abdrücke fossiler Algen infolge der Zartheit ihrer Gewebe, auch nicht zu erwarten, daß die Paläontologie jemals eine weitere Aufklärung dieser interessanten Frage wird bringen können.

Unterabteilung a:

Bryophyta oder Moosgewächse.

Die Bryophyten, die erste, die Moose und Lebermoose umfassende Unterabteilung der Archegoniaten, sind, wie oben angeführt, im wesentlichen charakterisiert durch das Vorherrschen des Gametophyten, d. h. der proembryonalen oder Geschlechtsgeneration, und das Zurücktreten der Sporophyten, d. h. der embryonalen oder ungeschlechtlichen Generation, die gewissermaßen nur einen auf ersterer parasitierenden Anhang darstellt. Thallusartige Lebensperioden finden sich sehr häufig in Gestalt des Vorkeimes oder Protonemas zu Beginn der Geschlechtsgeneration. Die keimenden Sporen (Abb. 42, R 13) wachsen nämlich gewöhnlich zu verzweigten grünen Fäden aus, seltener ist der Vorkeim flächenartig ausgebildet; er kann beliebig lange wachsen, da er sich infolge seines Chlorophyllgehaltes selbst zu ernähren vermag. Echte Wurzeln fehlen und finden teils in den fadenförmigen Zellreihen des Protonemas, teils in Rhizoïden ihren Ersatz, d. h. in Haftfasern, die aus einfachen Zellreihen, zuweilen sogar nur aus einer Zelle bestehen. Durch seitliche Sprossung entsteht dann schließlich an dem Vorkeim das eigentliche Moospflänzchen, ein krautiges, höchstens 40 cm hohes Gewächs, das meist in Stamm und Blätter gegliedert ist, mit Ausnahme eines Teiles der Lebermoose, bei denen ein thallusartiger, blattloser, als Frons bezeichneter Vegetationskörper vorherrscht. Diese die proembryonale oder geschlechtliche Generation darstellenden Moospflänzchen bestehen aus dünnwandigen, parenchymatischen, gleichartigen Zellen, die sich durch Teilung von Scheitelzellen vermehren. Bei vielen Laubmoosen findet aber im Stengel eine Differenzierung von lockerem Grundgewebe und festerem, von langgestreckten Zellen gebildetem Zentral- bzw. Rindengewebe statt. Erstere, die sogenannten Zentralstränge, dienen als Leitungsbahnen für Wasser und Nährstoffe, der Rindenzylinder der Festigung.

Äußerst mannigfaltig sind die Blätter, was Stellung, Form und Anhangsgebilde betrifft. Am Ende oder seitlich an den Zweigen der Moospflänzchen entstehen die

Geschlechtsorgane, und zwar sitzen die männlichen oder Antheridien und die weiblichen oder Archegonien entweder beieinander oder an getrennten Stellen, in manchen Fällen einzeln, in anderen wieder gehäuft. Zuweilen sind sie von besonders gestalteten Blättern umgeben und bilden dann die sogenannten Moosblumen, die den Blüten höherer Pflanzen in gewissem Sinne homolog sind (Abb. 42, Q1, 3; Abb. 43, D4, E7); manchmal sind sie sogar durch eine abweichende Farbe äußerlich kenntlich, wenngleich eine Anlockung von Insekten hier nicht in Frage kommt, sondern die „Blumenblätter" hier nur als Schutzorgane oder als Wasserbehälter zur Erleichterung der Befruchtung anzusehen sind.

Die Antheridien oder männlichen Geschlechtsorgane (Abb. 39, B 3, G 13; Abb. 41, A 6; Abb. 42, R 2) sind nur selten in den Gewebskörper des Moospflänzchens eingesenkt (Abb. 39, B 3), meist erheben sie sich frei als keulige, zylindrische oder kugelige, gewöhnlich etwas gestielte Gebilde (Abb. 39, G 13; Abb. 41, A 6). Zuweilen sind sie von drüsenhaarartigen Paraphysen umgeben (Abb. 42, R 2). Unter der aus einer Zellschicht bestehenden Wand finden sich die Geschlechtszellen, die das ganze Antheridium ausfüllen (Abb. 39, B3) und je ein Spermatozoïd hervorbringen (Abb. 41, A8). Die Spermatozoïden haben einen kugeligen (Abb. 39, G14) oder länglichen, häufig spiraligen (Abb. 41, A7) Körper und bewegen sich in der vom weiblichen Geschlechtsorgan ausgeschiedenen schleimigen Flüssigkeit mittels zweier Wimpern selbsttätig fort.

Die Archegonien oder weiblichen Geschlechtsorgane sind gleichfalls zuweilen in den Gewebskörper eingesenkt, meistenteils aber stehen sie frei und sind gestielt; in diesem Falle haben sie gewöhnlich die Form einer Flasche. Während die Wandung der Archegonien aus einer Schicht kleiner Zellen besteht, bildet den Inhalt im Bauchteil eine große Eizelle, wogegen den oberen Teil eine Reihe kleinerer Zellen, die sogenannten Halskanalzellen, ausfüllen (Abb. 39, G 4). In dem ausgewachsenen Archegonium quellen diese Zellen auf, ihre Wände verschleimen, und der Inhalt sprengt schließlich unter Aufnahme von Wasser die Gipfelzellen der Wandung, also die Spitze des Flaschenhalses. Hierdurch bildet sich ein offener Kanal (Abb. 39, C 3), und die schleimige Flüssigkeit desselben mischt sich mit dem außerhalb der Archegonien befindlichen flüssigen Wasser. Auf diese Weise wird den Spermatozoïden das Eindringen in das Archegonium ermöglicht, wo sie schließlich zu der membranlosen Eizelle gelangen, um mit ihr zu verschmelzen.

Nach der Befruchtung teilt sich die Eizelle (Abb. 39, G 5) und wird zu einem Embryo, mit dem die zweite, d. h. die embryonale oder ungeschlechtliche Generation, beginnt, die bei den Moosen gewöhnlich Sporogonium genannt wird. Sie zeigt keine Gliederung in Stamm und Blätter, sondern besteht aus dem Fuß, der innerhalb der geschlechtlichen Generation steckenbleibt, aus dem, zuweilen auch fehlenden, Stiel und aus der eigentlichen Kapsel, welche die Sporen umschließt. Die Rolle des Fußes ist die, aus dem Moospflänzchen Nährstoffe zu entnehmen, um sie der Kapsel zuzuführen; er bleibt dauernd von dem Bauchteil des Archegoniums umschlossen, während der Halsteil desselben nach der Befruchtung zwecklos wird und hinwelkt. Wenn der Bauchteil der Archegoniumwand blasig anschwillt, wird er Kalyptra genannt und umhüllt als solche bei den niedersten Moosen sogar noch die reife Sporenkapsel. Bei den höheren Moosen vermag hingegen die Archegoniumwandung dem Wachstum des Kapselstieles nicht zu folgen und wird von diesem schließlich in verschiedener Weise durchbrochen. Häufig verbleibt die ganze Wandung des Archegoniums als ein an der Spitze gespaltenes kugeliges (Abb. 39, K 1) oder zylindrisches (Abb. 39, L 2) Gebilde an der Basis des Stieles, in vielen Fällen löst sich die

Archegoniumwandung am Grunde los, wird von dem Kapselstiel emporgehoben und bedeckt meist noch die reife Sporenkapsel als eine sehr verschiedenartig gebaute Haube.

Auch die Mooskapsel ist von einem sehr mannigfachen Bau, entweder ganz oder nur teilweise von sporenbildenden Zellen angefüllt, den sogenannten Sporenmutterzellen (Abb. 39, C 4), die in je vier Sporen zerfallen (Abb. 42, R 9—12); letztere füllen, häufig mit Schleuderzellen oder Elateren (Abb. 39, L 3) vermischt, die Kapsel aus. Die Entleerung geschieht entweder durch Zerfall der Kapselwandung oder, und zwar häufiger, durch Aufspringen derselben, wobei sehr komplizierte Mechanismen angewendet werden.

Die Bryophyten werden in zwei Klassen geteilt, in die wenig zahlreichen Lebermoose oder Hepaticae und in die an Zahl und Bedeutung weit wichtigeren Laubmoose oder Musci.

Klasse 1:

Lebermoose oder Hepaticae.

Die Klasse der Lebermoose enthält noch viele thalloïdische Formen, wogegen der Vorkeim oder das Protonema hier meist viel schwächer ausgebildet ist als bei den Laubmoosen, zuweilen sogar fast ganz fehlt. Während diejenigen Lebermoose, die flache, gelappte, grüne, blattlose Vegetationskörper haben, sofort zu erkennen sind, sind die, deren Stengel beblättert sind, den Laubmoosen ähnlich. Allerdings sind auch sie meist schon durch die der Nervatur entbehrenden Blätter kenntlich, während bei der Mehrzahl der Laubmoose die Blätter einen Mittelnerv aufweisen; auch sind die Haftwürzelchen bei den Lebermoosen nur einzellig. Noch deutlicher sind die Unterschiede bezüglich des Sporogoniums, das bei den Lebermoosen entweder dauernd von der Wandung des Archegoniums umschlossen bleibt oder dieses an der Spitze durchbricht, so daß dann der Stiel der Kapsel an der Basis manschettenartig umhüllt wird. Eine Haube, wie sie bei den Laubmoosen fast stets vorkommt, fehlt den Lebermoosen, auch springen die Kapseln nur selten mit einem Deckel auf, sondern entweder überhaupt nicht oder in Längsklappen.

Die Lebermoose sind zwar über die ganze Erde verbreitet, aber fast durchweg auf feuchte Standorte beschränkt; manche leben sogar im Wasser. Die namentlich in den Tropen überaus zahlreichen epiphytischen Lebermoose bewohnen in ihrer großen Mehrheit die Blätter und Rinden der Urwaldbäume. Daß solche epiphytische Lebermoose auch zahlreich im Bernstein gefunden werden, beweist, daß die Bernsteinwälder einem feuchten Klima angehört haben.

Die Lebermoose zerfallen in fünf Familien, die drei verschiedenen Reihen angehören, von denen zwei thalloïdisch sind, nämlich die Marchantiales und Anthocerotales. Während diese nur wenige Gattungen und verhältnismäßig wenige Arten umfassen, gehören über fünf Sechstel aller Lebermoose zu der Reihe der Jungermanniales, die meist kormophytische Formen enthält. Die Zahl der Gattungen mag 200, die der bekannten Arten etwa 5000 betragen. Einen nennenswerten Nutzen für den Menschen haben die Lebermoose nicht.

Reihe 1:

Marchantiales oder Schließfrucht-Lebermoose.

Die Marchantialen sind thalloïdische Formen, sogenannte frondose Lebermoose, die mit ihrem gelappten Vegetationskörper die Erdoberfläche feuchter Standorte bewohnen und unterseits Hafthaare sowie blattartige Schuppen tragen. Das Gewebe der Pflänzchen ist

14*



Abb. 39: Lebermoose (Hepaticae) I.

A Riccia Bischoffii: 1 Rasen, natürl. Größe; 2 Lappen desselben, vergrößert, mit Rhizoiden und Antheridienstiften.
B Riccia minima: 1 Rasen, natürliche Größe; 2 Längsschnitt, vergrößert, mit Rhizoiden und Sporogonien; 3 Längsschnitt, stärker vergrößert, mit Luftgängen und Antheridium; 4 Sporen, vergrößert, einzelne und Tetrade.
C Riccia glauca: 1 u. 2 Rasen, natürl. Größe; 3 Längsschnitt, vergrößert, mit Archegonien; 4 Junges Sporogonium mit Kalyptra, vergrößert, innen Sporenmutterzellen.
D Riccia ciliata: Längsschnitt, mit Archegonien und Bauchschuppen, vergrößert.
E Riccia fluitans: 1 Wasserform; 2 Landform, nat. Gr.
F Riccia canaliculata: 1 natürliche Größe; 2 vergrößert, mit Sporogonien; 3 Durchschnitt durch ein vergrößertes Sporogonium.
G Marchantia polymorpha: 1 Pflanze mit weiblichen Rezeptakeln; 2 Pflanze mit Antheridienständen u. Brutbechern, natürl. Größe; 3 Brutbecher, vergrößert; 4 Archegonium, vergrößert; 5 junges Sporogonium mit Kalyptra, vergrößert; 6 Sporogonium im Durchschnitt, vergrößert; 7 weibliches Rezeptakulum im Längsschnitt, vergrößert; 8 aufplatzendes Sporogonium mit Kalyptra und Pseudoperianthium, vergrößert; 9 Sporenmutterzellen, vergrößert; 10 Schleuderzelle, vergrößert; 11 keimende Spore; 12 Antheridienstand im Längsschnitt, vergrößert; 13 Antheridium, vergrößert; 14 Spermatozoiden.
H Reboulia hemisphaerica: 1 Rasen, natürl. Größe; 2 Rezeptakulum, vergrößert.
J Chomiocarpon quadratus (Preissia commutata): Rasen, natürliche Größe.

nur im oberen Teil chlorophyllhaltig und dort auch vielfach von großen Luftlücken durchsetzt, die mit der Außenluft in Verbindung stehen und von chlorophyllhaltigen Zellfäden durchzogen sind; ja sogar spaltöffnungsartige Gebilde kommen hier vor. Die Geschlechtsorgane sind dem Gewebe eingesenkt, das Sporogon stellt eine kugelige, häufig gestielte Kapsel dar. Die Reihe zerfällt in die beiden Familien der Ricciaceae und Marchantiaceae.

Die Familie der **Ricciaceae** oder **Senkfrucht-Lebermoose** ist gekennzeichnet durch die in die Oberseite des Thallus eingesenkten Antheridien (Abb. 39, B 3) und Archegonien (Abb. 39, C 3); auch fehlen dem Sporogonium sowohl Kolumella als Elateren (Abb. 39, C 4), es bleibt hier dauernd von dem Archegonium umschlossen und im Thallusgewebe eingesenkt (Abb. 39, B 2, F 3). Ferner hat das Sporogonium keinerlei Öffnungsmechanismus, so daß die Sporen auf den Zerfall der Wandung angewiesen sind. In dem Chlorophyllgewebe des Thallus finden sich fast stets Luftlücken, die zuweilen durch große blasige, chlorophyllose Zellen verschlossen sind (Abb. 39, B 3). Über die Antheridien erheben sich häufig kegelförmige Gebilde, sogenannte Antheridienstifte, in deren Spitze der Ausführungsgang des Antheridiums ausmündet (Abb. 39, A 2).

Die Familie der Ricciazeen enthält drei Gattungen, von denen aber nur eine, die mehr als 100 Arten umfassende Gattung Riccia oder Algen-Lebermoos, von Bedeutung ist. Es sind meist unscheinbare, an Algen erinnernde, gabelig gelappte Pflänzchen, die an den Ufern stehender Gewässer auf feuchtem Boden wachsen. Rosettenartig sind die herzförmigen Thalluslappen angeordnet bei einer Reihe auch in Deutschland einheimischer Arten (Abb. 39, A 1, B 1, C 1). Andere Arten haben linealische Blattlappen (Abb. 39, F). Bei R. fluitans, dem flutenden Algen-Lebermoos (Abb. 39, E), unterscheidet man eine Land- und eine Wasserform. Letztere ist steril und hat fein geteiltes Laub; erst beim Zurückweichen des Wassers bildet sie auf dem schlammigen Boden Rhizoiden und gelangt dann auch zur Fruchtentwickelung.

Die Familie der **Marchantiaceae** oder **Kopffrucht-Lebermoose** umfaßt sehr zahlreiche und weit auffälligere Gattungen, die sich dadurch auszeichnen, daß die Geschlechtsorgane zu scharf begrenzten Gruppen, Rezeptakeln, vereinigt sind, die entweder ungestielt sind und dann dem Thallus als Scheiben aufsitzen, oder, und zwar in der Mehrzahl der Fälle, von Stielen, sogenannten Trägern, getragen werden, denen sie als Köpfchen, Scheiben, Schirme oder strahlige Gebilde aufsitzen. Die männlichen und weiblichen Geschlechter sitzen getrennt in verschiedenen Rezeptakeln (Abb. 39, G 1, 2).

Auch der Thallus ist komplizierter gebaut als bei den Ricciazeen (Abb. 39, K 7); er enthält häufig Ölzellen, Schleimzellen sowie Zellen mit netzartigen Verdickungen. Ferner stehen seine Lufträume mit der Außenluft in Verbindung, häufig sogar durch tonnenartige Spaltöffnungen, denen aber freilich der Schließmechanismus der Spaltöffnungen höherer Pflanzen fehlt. Meist werden diese Lufträume von konfervenartigen Zellfäden durchzogen. Ebenso sind die Bauchschuppen (Ventralschuppen) komplizierter gebaut.

Schließlich findet sich bei dieser Familie zuweilen (z. B. bei Marchantia und Lunularia) auch eine Art ungeschlechtlicher Vermehrung durch sogenannte Brutkörper (Abb. 39, K 4, 5, 6), Zellgewebsmassen, die in besonderen, auf dem Rücken des Thallus sitzenden Brutbechern (Abb. 39, G 2, 3) erzeugt werden. In diesen entstehen gleichzeitig Papillen mit keulenförmigem Kopf. Sie verfließen zu Schleim, der die Brutkörper losreißt und aus den Bechern herausspült. Auf der feuchten Erde wachsen dann die Brutkörper zu neuen

---

K **Lunularia cruciata**: 1 Rasen, natürliche Größe, mit weiblichem Rezeptakulum und Brutbecher; 2 Rezeptakulum, vergrößert; 3 Sporogonium mit Kalyptra und Pseudoperianthium, vergrößert; 4, 5, 6 Brutkörperchen in verschiedenem Alter; 7 Längsschnitt durch den Thallus (mit Luftraum, in den konfervenähnliche Zellfäden hineinragen, Spaltöffnung, netzverdeckten Zellen, Ölzellen und Rhizoiden).

L **Anthoceros gracilis**: 1 Thallus mit weiblichen Rezeptakeln; 2 letztere vergrößert; 3 Schleuderzellen, vergrößert; 4 Sporen, vergrößert.

Pflänzchen aus. Zuweilen hat diese ungeschlechtliche Vermehrung die geschlechtliche Fortpflanzung fast verdrängt.

Sehr mannigfaltig ist die Ausbildung der Geschlechtsorgane. Die Antheridiengruppen fallen häufig äußerlich nur durch die zäpfchenartigen Antheridienstifte auf, die von den Mündungsgängen der Antheridien durchzogen werden. Öfters sind diese Zäpfchengruppen scheibenförmig verbunden, in anderen Fällen sitzen die Antheridien (Abb. 39, G 13) an besonderen Verzweigungssystemen, die bei den höchsten Formen, wie Marchantia (Abb. 39, G 2, 12), sogar gestielt sind. Die Spermatozoïden (Abb. 39, G 14) können nur durch Wasser zu den weiblichen, entfernt stehenden Geschlechtsorganen gelangen. Die meist an der Unterseite der Rezeptakeln sitzenden Archegonien werden oft gruppenweise von häutigen Anhängen bedeckt (Abb. 39, G 7), noch häufiger aber sind sie einzeln von Hüllen umgeben (Abb. 39, G 8, K 2, 3), die auch die Sporogonien meist noch umhüllen; man bezeichnet sie als falsche Blütenhülle oder Pseudoperianthium. Die Archegoniumhülle wird gewöhnlich von dem Sporogon durchbrochen und umhüllt als Kalyptra die Basis des Sporogoniumstieles. Charakteristisch für diese Familie sind die im Sporogonium (Abb. 39, G 6) neben den Sporenmutterzellen (Abb. 39, G 9) sich bildenden Schleuderzellen oder Elateren (Abb. 39, G 10). Es sind dies durch einseitige Wandverdickung schraubig gewundene, langgestreckte, vom Grunde der Kapsel ausgehende Zellen, die sich in der Kapsel selbst in gespanntem Zustande befinden, bei der Öffnung derselben durch Aufrollung des Schraubenbandes jedoch eine schleuderartige Wirkung ausüben und die Sporen weithin verbreiten. Das Aufspringen der Kapseln geschieht durch Zähne (Abb. 39, G 8) oder Klappen (Abb. 39, K 2) oder aber auch durch Abspringen eines Deckels. Die Keimung der Sporen erfolgt durch Auswachsen der Spore zu einem Keimschlauch, der dann bald eine Keimscheibe bildet (Abb. 39, G 11); in einzelnen Fällen tritt schon in der großen Spore Zellteilung ein.

Die meisten Marchantiazeen bewohnen feuchte Orte. Besonders häufig sind sie in den Ritzen feuchter Felsen und Mauern, nur wenige Arten bewohnen trockene Standorte, andere wiederum leben im Wasser. In den warmen Gegenden sind sie am zahlreichsten, jedoch gibt es auch viele Vertreter in der gemäßigten, ja sogar einige in der arktischen Zone.

Am häufigsten ist die Gattung Marchantia oder Strahlkopf-Lebermoos, auch Leberkraut genannt (Abb. 39, G), die zu den höchststehenden thallosen Lebermoosen gehört; sie hat sternförmig-strahlige weibliche (Abb. 39, G 1) und meist scheibenförmige männliche (Abb. 39, G 2) Rezeptakel, beide gestielt, und daneben Brutbecher (Abb. 39, G 2, 3). Von den 52 über die Erde verbreiteten Arten kommt in Europa neben einer italienischen Art noch das auf der ganzen Erde gemeine, früher bei uns offizinelle vielgestaltige Strahlkopf-Lebermoos, M. polymorpha, vor, das sowohl auf feuchter Erde als auch an Gemäuern und Felsen wächst.

Gleichfalls durch Brutbecher gekennzeichnet ist die Gattung Lunularia, deren einzige Art L. cruciata, das kreuzförmige Mondbecher-Lebermoos (Abb. 39, K), in Australien, Afrika, Süd- und Westeuropa heimisch ist, aber sich auch vielfach steril in Gewächshäusern und auf Blumentöpfen findet. Sie ist durch ihre halbmondförmigen Brutbecher sowie die vier kreuzförmig stehenden, klappigen Sporogone leicht kenntlich.

Von der nur zwei Arten umfassenden Gattung Chomiocarpon findet sich der auf der nördlichen Hemisphäre verbreitete Ch. quadratus, das viereckige Lappenkopf-Lebermoos, meist unter dem Namen Preissia commutata bekannt (Abb. 39, J), in Deutschland gleichfalls häufig an Felsen, Mauern und auf der Erde; die weiblichen Rezeptakel sind drei- bis vierlappig. Auch die durch stumpfkegelige Rezeptakel, das Fehlen der falschen Blütenhülle und sitzende Antheridienstände ausgezeichnete Gattung Conocephalus oder Kegelfrucht-Lebermoos ist mit einer ihrer beiden Arten, C. conicus, meist als Fegatellaconica bekannt, über die nördliche Hemisphäre verbreitet; das Moos ist in Deutschland an Grabenrändern, Hohlwegen und Mauern sehr häufig.

Haben die bisher genannten Gattungen klappig aufspringende Sporenkapseln, so sind deckelartig aufspringende Kapseln das unterscheidende Merkmal einer anderen, sechs Gattungen enthaltenden Gruppe.

Zu dieser gehört die Gattung Reboulia, die neben einer javanischen Art auch eine kosmopolitische hat, R. hemisphaerica, die halbkugelige Reboulie (Abb. 39, H), die durch die haarförmigen Schuppen unter dem Rezeptakel an der Spitze des Stieles leicht erkennbar ist. Sie bewohnt grasige, sonnige Hänge und Hohlwege. Weit verbreitet an sonnigen Stellen im Gebirge ist auch die aromatisch riechende Grimaldie, Grimaldia fragrans, in der ganzen nördlichen Hemisphäre, ferner auf Sand- und Kalkfelsen in Mitteleuropa Neesiella rupestris.

Während alle bisher aufgezählten, die Unterfamilie der **Marchantioïdeae** bildenden Gattungen sich durch gestielte Rezeptakel auszeichnen, hat die zwei kleine Gattungen enthaltende Unterfamilie der **Targionioïdeae** unterhalb des Randes des Thallus einzelnsitzende Archegonien. In Deutschland ist diese Unterfamilie nur durch die sehr weit verbreitete Targionie, Targionia hypophylla, vertreten, die außerdem große Bauchschuppen und trompetenförmige, auf der Unterseite des Thallus stehende männliche Geschlechtssprosse hat.

Noch einfacher ist die kleine Unterfamilie der **Corsinioïdeae** gebaut, deren Archegonien in Höhlungen der Oberseite des Thallus eingesenkt sind. Von den zwei Arten bewohnt eine Brasilien, während Corsinia marchantioides in Südeuropa, Madeira und auf den Kanaren wächst.

Reihe 2:
Anthocerotales oder Schotenfrucht-Lebermoose.

Die kleine Reihe der Schotenfrucht-Lebermoose umfaßt gleichfalls thalloïdische Formen, die sogar der Bauchschuppen entbehren. Der Thallus enthält keine eigentlichen Lufträume, sondern nur Schleimspalten auf der Unterseite, in denen sich Kolonien der Alge Nostoc ansiedeln, die also mit dem Lebermoos in Symbiose lebt. Die Chlorophyllkörper sind groß und, abweichend von allen anderen Moosen, nur in Einzahl in jeder Zelle vorhanden.

Die Geschlechtsorgane sind auf der Oberseite des Thallus eingesenkt, die Antheridien liegen sogar in einer geschlossenen Höhlung, deren Deckel erst bei der Reife gesprengt wird. Das Sporogon besteht aus einem angeschwollenen und mit Zellschläuchen im Thallus befestigten Fuß sowie aus einer schotenartigen, an der Basis von einer Scheide umschlossenen, meist weit über den Thallus hinausreichenden, mit zwei Klappen aufspringenden Kapsel (Abb. 39, L 2), die eine nicht bis zur Spitze reichende Kolumella, mehrzellige Elateren (Abb. 39, L 3) und tetraëdrisch angeordnete Sporen (Abb. 39, L 4) enthält.

Die einzige Familie dieser Reihe, die **Anthocerotaceae** oder **Schotenfrucht-Lebermoose**, umfaßt drei Gattungen, von denen Anthoceros, das Fruchthorn-Lebermoos (Abb. 39, L), bei weitem die artenreichste ist. Über die ganze Erde verbreitet, ist sie in Europa mit neun Arten heimisch. Es sind meist auf feuchter Erde lebende Pflänzchen; auf feuchten Äckern und Rainen sind häufig A. punctatus und laevis. Epiphytisch ist die nahe verwandte Gattung Dendroceros, das Baumhorn-Lebermoos, während eine dritte Gattung, Notothylas, wenigstens in einer Art auch bis Deutschland ausstrahlt.

Reihe 3:
Jungermanniales oder Klappenfrucht-Lebermoose.

Zu den Jungermannialen gehören nicht nur die höchststehenden Lebermoose, sondern auch deren bei weitem größte Anzahl. Die meisten Gattungen umfassen kormophytische oder foliose Formen, lassen also deutlich Stengel und Blätter unterscheiden; doch gibt es auch manche thalloïdische, frondose Gattungen.

Der Thallus der frondosen Formen ist im allgemeinen einfach gebaut und besteht aus lauter gleichwertigen Zellen. Er hat weder Luftlücken noch Spaltöffnungen, zeigt aber gewöhnlich eine deutliche Mittelrippe (Abb. 40, C 1, 2); als Anhangsorgane finden sich Ventralschüppchen (Abb. 40, D 4), ohrförmige Schuppen, sogenannte Blattohren (Abb. 40, D 4, 6), und von haarförmigen Gebilden außer den Trichoïden oder Wurzelhaaren noch Keulenpapillen (Abb. 40, D 6).

Die kormophytischen oder foliosen Formen haben einen deutlichen, meist verzweigten, teils aufrechten, teils niederliegenden Stengel. Die nervenlosen Blätter sind an den Seiten des Stengels in zwei Reihen schief angeordnet, und zwar gewöhnlich so, daß sie sich gegen-



Abb. 40: Lebermoose (Hepaticae) II.

A Sphaerocarpus Michelii: 1 Weibliche Pflanze in doppelter Größe; 2 Teil derselben, stärker vergrößert; 3 Hülle, aufgeschnitten, um die Sporogone zu zeigen; 4 Sporentetrade, stark vergrößert.
B Riella gallica: 1 Ganzes Pflänzchen; 2 oberer Teil, vergrößert; 3 Spore, stark vergr.
C Metzgeria: 1 M. furcata; 2 M. conjugata, vergrößert, mit Archegoniengruppen, Antheridienästchen und Sporogon; 3 Antheridienästchen, stark vergr.; 4 Archegoniengruppe mit Hülle, stark vergrößert.
D Blasia pusilla: 1 Pflanze mit Sporogonien; 2 Lappen einer sterilen Pflanze mit flaschenförmigen Brutkörperbehältern u. Sternschuppe; 3 geschlossene und offene Kapsel; 4 Bauchseite eines sterilen Lappens mit Blattohren und Ventralschüppchen; 5 Sternschuppe; 6 Blattohr mit Keulenpapille.
E Plagiochila asplenioides.
F Plagiochila dichotoma.
G Plagiochila gigantea, vergr.
H Lepidozia filamentosa: 1 natürliche Größe; 2 Ast mit Sporogonium, vergrößert.
J Lepidozia reptans: Blätter und Amphigastrien.
K Trichocolea tomentella.
L Scapania nemorosa: 1 natürliche Größe; 2 vergrößert.
M Bellincinia platyphylla.
N Bellincinia rotundifolia: 1 vergr.; 2 Amphigastrium.
O Stephanina affinis, vergr.
P Stephanina complanata, natürliche Größe.
Q Leptolejeunea stenophylla, vergrößert.
R Bryopteris fruticulosa: 1 natürliche Größe; 2 Elatere, stark vergrößert.
S Frullania dilatata: 1 Stück des Zweiges von unten mit Amphigastrien, Rhizoiden und sackförmigen Blattunterlappen mit Rädertierchen, stark vergrößert; 2 aufgesprungene Kapsel mit Elateren, vergrößert; 3 Rädertierchen.
T Frullania Ecklonii: 1 Zweig von unten mit kannenförmigen Blattunterlappen, vergrößert; 2 Perianthium, vergrößert; 3 Amphigastrien; 4 Querschnitt des Perianthiums.

seitig decken, **oberschlächtig**, wenn der Hinterrand des Blattes von dem Vorderrand des nächstunteren überdeckt wird, **unterschlächtig** im entgegengesetzten Falle. Beide Blattreihen wenden ihre Oberseiten dem einfallenden Lichte zu, und diese Seite bezeichnet man als die Rückenseite des Stengels. An der Bauchseite des Stengels findet sich häufig eine dritte, anders gebaute Reihe von Blättern, die **Bauchblätter** oder **Amphigastrien**, die

oft tief geteilt sind oder sich gar in fädige Gebilde auflösen (Abb. 40, J, N 2, Q). Die Rückenblätter sind sehr verschieden geformt, gewöhnlich schuppenartig (Abb. 40, E), häufig konkav (Abb. 40, O, P), aber auch oft schmal (Abb. 40, F) bis fast fadenförmig (Abb. 40, H), ganzrandig (Abb. 40, E), gezähnt (Abb. 40, G) oder tief geteilt (Abb. 40, J), häufig in einen Oberlappen und in einen Unterlappen zerfallend (Abb. 40, L, N, O). Der Unterlappen ist oft sackförmig (Abb. 40, S 1) oder krugförmig (Abb. 40, T 1) gestaltet und dient an trockenen Standorten als Wasserbehälter. Zuweilen sind diese Krüge durch nach innen zu sich öffnende Deckel verschlossen: man sieht sie als Tierfallen an, in denen sich kleine Rädertierchen, Krustazeen oder Fliegenlarven fangen (Abb. 40, S 1, 3). Man hält daher diese Lebermoose sowie solche, deren Amphigastrien sich zu Schleim auflösen, für fleischfressend. Ringsum beblätterte Stengel kommen nur in der Gattung Haplomitrium vor, einen schraubigen Flügel an der einen Seite hat die Gattung **Riella** (Abb. 40, B 2).

Als vegetative Fortpflanzungsorgane finden sich hier zwar keine eigentlichen Brutbecher, wohl aber gibt es bei **Blasia** (Abb. 40, D 2) flaschenförmige Brutkörperbehälter, auf deren Grunde sich keulige Papillen erheben, die zu Brutkörpern auswachsen. Andere Gattungen haben scheibenförmige Brutkörper, die später abfallen und sich mittels besonderer Haftorgane dem Substrat anheften. Auch Randzellen des Thallus, hefeartig sprossende Keimkörner namentlich an den Blattspitzen oder an besonderen kleinblätterigen Sprossen, sogenannten Pseudopodien, schlauchartige Adventivsprosse usw., dienen der Fortpflanzung, bei **Blasia** eigenartige sternförmige Schüppchen, sogenannte Sternschuppen (Abb. 40, D 2, 5).

Die geschlechtlichen Organe sitzen auf der Rückenseite der gewöhnlichen Sprosse oder an besonderen Geschlechtssprossen. Die oft zu Gruppen angeordneten eiförmigen, kugeligen oder keuligen Antheridien sind häufig durch Schuppen verhüllt oder in den Thallus versenkt; bei **Metzgeria** sitzen sie an der Innenseite eines eingerollten Tragsprosses (Abb. 40, C 3). Die Archegonien stehen entweder am Rücken wachsender Sprosse, bei frondosen Formen häufig in den Thallus versenkt, oder sie bilden den Abschluß der Sprosse. Im ersteren Falle sind die Archegonien meist von einfachen oder doppelten Hüllen, d. h. scheidenartigen Auswüchsen des Thallus oder Stengels, nicht von Blättern umgeben, im letzteren Falle werden sie gewöhnlich von einem aus modifizierten Blättern bestehenden Perianth umhüllt (Abb. 40, E, G). Häufig wird das Perianth noch von weiteren modifizierten Involukral- oder Perichätialblättern umgeben, zuweilen wächst sogar die Spitze der Achse des Fruchtastes um die weiblichen Geschlechtsorgane herum zu einem fleischigen Beutel oder Rohr aus und bildet einen Fruchtsack oder Fruchtbeutel.

Das Sporogonium zerfällt in einen die Archegoniumhülle durchbrechenden und von ihr als Kalyptra umhüllten Stiel sowie in eine vierklappig aufspringende Kapsel (Abb. 40, H 2). Letztere enthält neben den zuweilen stacheligen (Abb. 40, B 3) oder netzförmig gezeichneten, zu Tetraden verbundenen (Abb. 40, A 4) Sporen noch Schleuderzellen oder Elateren (Abb. 40, R 2), seltener sterile Nährzellen, niemals dagegen eine Kolumella.

Die Jungermanniales sind über die ganze Erde verbreitet, auch gibt es einige Kosmopoliten unter ihnen. Die meisten Arten haben zwar keine sehr weite Verbreitung, wohl aber die Mehrzahl der Gattungen. Während die kühlere Gegenden bewohnenden Arten gewöhnlich auf feuchtem Erdboden wachsen, sind in den Tropen die epiphytischen, auf Baumrinde, faulendem Holz und Blättern lebenden Formen häufiger. Die Gattung **Riella** besteht aus untergetauchten Wasserpflanzen, Pellia und Riccardia sind zwar erdbewohnende Gattungen, steigen jedoch mit einzelnen Formen ins Wasser hinab.

Die Reihe der Jungermanniales zerfällt in zwei Familien, je nachdem die Archegonien am Rücken der weiterwachsenden Sprosse stehen (Familie der Anacrogynae) oder den Sproß beschließen (Familie der Acrogynae).

Die Familie der **Anacrogynae** oder **Seitenfrucht-Lebermoose** enthält fast nur thalloïdische Formen, jedoch kommen schon Übergangsformen zu Blattorganen und bei Fossombronia und den Haplomitrioïdeae sogar deutliche Blätter vor. Die Archegonien sind zwar gewöhnlich von einer Hülle umgeben, doch wird diese nie von Blattorganen gebildet.

Die Unterfamilie der **Sphaerocarpoïdeae**, aus zwei Gattungen thalloïdischer Lebermoose bestehend, ist durch geschlossen bleibende Kapseln sowie dadurch gekennzeichnet, daß die sterilen Zellen innerhalb der Kapseln nicht zu Elateren werden, sondern stärkereiche Nährzellen darstellen; auch bleiben die Sporen zu Tetraden vereinigt. Sphaerocarpus Michelii, das Kugelfrucht-Lebermoos (Abb. 40, A), ist ein unscheinbares, auch in Deutschland vorkommendes Pflänzchen, dessen Sporenkapseln einzeln von einer birnförmigen Hülle umgeben sind, während noch kleinere Pflänzchen die von kegelförmigen Hüllen umgebenden Antheridien tragen.

Die Unterfamilie der **Riellioïdeae** enthält nur die eine Gattung Riellia oder Riellie, die mit sieben Arten in Nordafrika und Europa lebt. Es sind aufrecht auf dem Grunde stehender Gewässer wachsende Pflänzchen, zum Teil von winziger Statur, anderenteils mit mehreren bis zu 20 cm langen Stengeln (Abb. 40, B), die häufig verzweigt sind und neben schüppchenartigen Blättern meist ein spiraliges Flügelband am Stengel haben. Auch hier enthält die Kapsel neben den Sporen noch Nährzellen.

Die Unterfamilie der **Metzgerioïdeae** hat einen flachen, oft mit einer Mittelrippe versehenen Thallus. Sie umfaßt drei Gattungen, von denen die pazifische Gattung Hymenophytum, das Haut-Lebermoos, in einigen Vertretern sehr an die zu den Farnen gehörende Gattung Hymenophyllum erinnert. Die weit über 100 Arten zählende Gattung Riccardia oder Riccardie ist über die ganze Erde verbreitet und enthält auch einige kosmopolitische Arten. Sehr eigenartig ist R. spinulifera aus Feuerland, deren Äste ringsum mit dornigen Schüppchen besetzt sind. Die dritte Gattung, Metzgeria, die Metzgerie, bewohnt lebende Bäume und Felsen; besonders weit verbreitet sind M. furcata, die gabelteilige (Abb. 40; C 1), und conjugata, die paarästige Metzgerie (Abb. 40, C 2—4), die auch in Deutschland sehr gemein sind. Diese Gattung unterscheidet sich dadurch, daß die Elateren beim Aufspringen der Kapsel an der Spitze der Klappen als pinselförmige Büschel haften bleiben (Abb. 40, C 2).

Die Unterfamilie der **Leptothecoïdeae** besteht aus wenigen, größtenteils tropischen Gattungen mit geripptem frondosen Thallus, die Gattung Pallavicinia oder Pallavicinie ist aber auch in einigen Arten in Europa vertreten, und P. Lyellii ist sogar kosmopolitisch.

Die Unterfamilie der **Fossombronioïdeae** enthält teils frondose, teils foliose Formen mit kugeligen Kapseln. Zu ihr gehört die in drei Arten auf der nördlichen Hemisphäre verbreitete Gattung Pellia oder Pellie, mit frondosem, fleischigem, am Rande welligem Thallus ohne Brutkörper und sehr großen, mehrzelligen Sporen. Besonders häufig ist in Deutschland P. epiphylla in Gräben, an feuchten Stellen in Wäldern sowie an nassen Felsen und Mauern. Auf feuchtem Lehm- oder Sandboden gemein ist die auch in Nordamerika und Australien verbreitete Blasia pusilla, die winzige Blasie (Abb. 40, D), die einzige Art dieser durch stern- und flaschenförmige Brutkörper ausgezeichneten Gattung, deren Thallus in blattartige Lappen geteilt erscheint. Treubia insignis, die erhabene Treubie, auf Java, gilt als das größte Lebermoos: die von blattartigen Anhängen umsäumten Stengel werden bis zu 16 cm lang und über 2 cm breit. In vielen Arten über die ganze Erde verbreitet ist die durch schrägstehende unterschlächtige Blätter gekennzeichnete Gattung Fossombronia, die Fossombronie, deren kurzgestielte, unregelmäßig aufspringende Kapseln große, schön netz- oder mäanderartig gezeichnete Sporen umschließen. Sieben Arten finden sich in Europa, einige davon sind in Deutschland auf feuchter Erde häufig.

Die Unterfamilie der **Haplomitrioïdeae** hat aufrechte, rhizoïdenlose, dreireihig von einfachen und gleichgroßen Blättern besetzte Stengel, deren hüllenlose Archegonienstände den Sproß beschließen. Von den beiden Gattungen ist die eine ostasiatisch und tropisch-amerikanisch, während die andere, Haplomitrium, das Ohnkelch-Lebermoos, mit der einzigen Art H. Hookeri auf den feuchten Heide- und Sandgebieten Nordeuropas, Englands und Deutschlands zwischen anderen Moosen wächst.

Die Familie der **Acrogynae** oder **Gipfelfrucht-Lebermoose** hat endständige, fast immer von Blättern umhüllte Geschlechtsorgane und zweireihig an den bilateralen Sprossen

stehende, meist zweilappige Oberblätter. Sie umfaßt beinahe alle beblätterten und fünf Sechstel sämtlicher Lebermoose, d. h. weit über 3000 auf acht Unterfamilien mit weit über 100 Gattungen verteilte Arten, von denen 232 Arten in 53 Gattungen allein in Europa leben.

Die aus etwa 28 Gattungen bestehende Unterfamilie der **Epigonianthcae** ist auch in Deutschland ziemlich stark vertreten. Arktisch-alpin ist z. B. die Gattung Gymnomitrium oder Nackthauben-Lebermoos, von der auch einige Arten in den antarktischen Gebieten und den tropischen Gebirgen wachsen. Eine sehr große Gattung mit fast 150 Arten ist die über die ganze Erde verbreitete Gattung Lophocolea oder Kammkelch-Lebermoos; beinahe 500 Arten zählt die hauptsächlich in den Tropen auf Bäumen lebende artenreichste Lebermoosgattung Plagiochila oder Stutzkelch-Lebermoos (Abb. 40, E, F, G).

Die Unterfamilie der **Trigonantheae** hat stark verkürzte weibliche Geschlechtssprosse und dreikantige Perianthien. Sie umfaßt größtenteils tropische Gattungen, jedoch ist die mit fast 100 Arten auf der ganzen Erde vorkommende Gattung Lepidozia oder Schuppenzweig-Lebermoos (Abb. 40, H, J) auch in Deutschland vertreten, besonders in der überall häufigen L. reptans. Auch die fast ein vierteltausend Arten zählende, gleichfalls über die ganze Erde verbreitete Gattung Bazzania oder Bazzanie hat einige Repräsentanten in Deutschland, vor allem B. trilobata, eins der gemeinsten Lebermoose.

Zu der Unterfamilie der **Ptilidioïdeae**, deren unterschlächtige Blätter zwei- bis vierteilig oder zerschlitzt sind, gehören die kosmopolitische Trichocolea tomentella, das filzige Haarkelch-Lebermoos (Abb. 40, K), und das auf der ganzen nördlichen Hemisphäre wachsende Ptilidium ciliare, das gewimperte Federblatt-Lebermoos.

Zu der Unterfamilie der **Scapanioïdeae**, deren gefaltete Blätter zweilappig sind, gehören das in Deutschland auf Erde, Felsen und faulem Holz sehr gemeine Diplophyllum albicans, das weißliche Doppelblatt-Lebermoos, sowie die namentlich in Europa in vielen Arten heimische Gattung Scapania oder Skapanie (Abb. 40, L).

Die Unterfamilie der **Stephaninoïdeae** besteht aus der einzigen, sehr artenreichen Gattung Stephanina (Radula) oder Stephanine (Abb. 40, O, P), von der auch einige Arten in Europa leben, darunter die gemeine, an Bäumen dichte Rasen bildende S. complanata. Interessant sind die Rhizoïdenbüschel der Unterlappen der oberschlächtigen Blätter.

Die Unterfamilie der **Pleurozioïdeae**, die nur eine hauptsächlich tropische, in einer Art aber auch bis England und Norwegen verbreitete Gattung Pleurozia oder Seitenzweig-Lebermoos enthält, hat sackartige, mit komplizierten Verschlußapparaten versehene Unterlappen der Blätter als besonderes Merkmal. Die Kapseln ihrer nur etwa zwölf ziemlich robusten Arten stehen am Ende kurzer Seitenäste.

Auch die Unterfamilie der **Bellincinioïdeae** enthält nur eine, besonders in den Tropen über beide Hemisphären verbreitete, etwa 80 Arten zählende Gattung Bellincinia (Madotheca), Bellincinie oder Kahlfrucht-Lebermoos (Abb. 40, M, N), deren Kapseln gleichfalls am Ende kurzer Seitenäste stehen. Der Unterlappen der Blätter ist meist klein, flach oder zurückgerollt, an der Basis ebenso wie das Amphigastrium gewöhnlich lang herablaufend.

Die Unterfamilie der **Tubuloïdeae** umfaßt nicht weniger als 42 Gattungen. Die Amphigastrien tragen meist Rhizoïdenbüschel (Abb. 40, Q, S 1, T 3), die oft gefalteten Perianthien sind an der Mündung in ein Spitzchen zusammengezogen (Abb. 40, T 2, 4), die an den Klappen der Kapseln hängen bleibenden (Abb. 40, Q, S 2) Elateren sind am freien Ende gestutzt oder trompetenförmig erweitert (Abb. 40, R 2).

Von den zwei Unterabteilungen haben die Lejeuneae einzelnstehende, die Frullanieae gruppenweise angeordnete Archegonien. Letztere zeichnen sich auch durch die hohlen, sackartigen, helmförmigen oder zylindrischen Unterlappen aus. Die Lejeuneae wurden früher größtenteils in die eine Gattung Lejeunea oder Lejeunie gestellt, während sie jetzt in zahlreiche, meist mit -lejeunea endende Gattungen geteilt sind. Es sind fast alles tropische, gewöhnlich epiphytisch lebende beblätterte zierliche Lebermoose, wie z. B. Bryopteris, das Moosfarn-Lebermoos (Abb. 40, R). Eulejeunea, die Echte Lejeunie, ist mit 164 Arten über die ganze Erde verbreitet; von den vier europäischen Arten ist E. serpyllifolia die gemeinste. Auch einige andere Gattungen strahlen mit einzelnen Arten bis Europa aus. Die Frullanieae umfassen dagegen nur zwei Gattungen, von denen Frullania, die Frullanie, mit über 300 Arten eine der größten existierenden Lebermoosgattungen darstellt. Mit sieben Arten ist sie in Europa vertreten und hat einige Repräsentanten auch in Deutschland, so die an Bäumen und Felsen häufige F. dilatata sowie die etwas seltenere F. tamarisci.

Klasse 2:

Musci oder Laubmoose.

Die Klasse der Musci hat keine thalloidischen Formen, dagegen ist bei ihr ein an verzweigte Fadenalgen erinnernder Vorkeim oder Protonema (Abb. 42, R 14) stets deutlich entwickelt. Der Vorkeim besteht gewöhnlich aus oberirdischen chlorophyllhaltigen und unterirdischen chlorophyllosen, meist bräunlich gefärbten Zellfäden mit abwechselnd schief gerichteten Scheidewänden. Seltener ist er flächenförmig verbreitert, wie bei Sphagnum (Abb. 41, A 3), wo er an die Algengattung Cutleria erinnert, blattartig, wie bei Georgia (Abb. 43, F 8) und Andreaea, oder pilzförmig, wie bei Webera foliosa (Abb. 43, H 2—4). Andreaea und Georgia (Abb. 43, F 9) entwickeln außerdem noch sehr eigentümliche, aufrechte, reichverzweigte Vorkeimgebilde, sogenannte Protonema-Bäumchen.

Das eigentliche Moospflänzchen entsteht aus einer einzelnen Zelle des Protonemas, aus der sich dann durch Teilung ein Knöspchen bildet (Abb. 43, H 4), das früh eine dreischneidige Scheitelzelle entwickelt. Dadurch, daß meist zahlreiche Protonemazellen zu Moospflänzchen auswachsen, erklärt sich die Rasenform zahlreicher Moose. Häufig sind zwar diese Rasen vergänglich, das Protonema aber bleibt am Leben und bringt dann unter günstigen Umständen plötzlich wieder massenhafte Moospflänzchen hervor, so z. B. bei den Phascaceae und bei der nach diesem plötzlichen und kurze Zeit dauernden Auftreten Ephemerum genannten Gattung.

Durch regelmäßige Teilung der Scheitelzelle entsteht nun das dreizeilig schraubig beblätterte Moosstämmchen (Abb. 43, A 5); zweizeilige Stellung der Blätter infolge zweischneidiger Scheitelzellen kommt bei Fissidens (Abb. 42, E) vor, während die Gattung Schistostega (Abb. 42, S) zwar dreischneidige Scheitelzellen hat, infolge von Drehungen des Internodiums aber doch zweizeilig beblättert erscheint. Der nur selten, z. B. bei Buxbaumia aphylla (Abb. 43, G), blattlose Stamm ist entweder unverzweigt oder mehr oder weniger reichlich verästelt. Neben winzigen Zwergformen, wie sie die Gattungen Archidium, Phascum, Ephemerum, Pottia aufweisen, gibt es in den Gattungen Polytrichum und Dawsonia mehr als fußlange Moosstämme, und noch länger werden manche das Wasser bewohnende Formen, z. B. Arten der Gattungen Sphagnum, Hypnum, Spiridens sowie die im Wasser flutende Fontinalis. Das Moosstämmchen selbst besteht aus einem weichen, markartigen Grundgewebe und einem äußeren Hohlzylinder dickwandiger, langgestreckter Zellen, die ihrem Bau und ihrer Struktur nach den Bastzellen (Stereïden) der höheren Pflanzen ähneln und auch der gleichen Funktion der mechanischen Festigung dienen. In manchen Fällen freilich wird dieses festere Gewebe noch von einem dünnwandigen, wasserspeichernden, häufig nur aus einer Zellschicht bestehenden Gewebemantel umhüllt, der namentlich bei den Torfmoosen zu sehr merkwürdiger Ausbildung gelangt. Hier (Abb. 41, A 12) ist nämlich der kleinzellige Hohlzylinder verdickter Zellen von einer schwammigen Schicht dünnwandiger, durchsichtiger Zellen umgeben, die durch kleine, offene Poren miteinander in Verbindung stehen und oft auch spiralige Verdickungsleisten in den Wänden als Festigungsmaterial haben. Mit Hilfe dieser leeren Zellen vermögen die Torfmoose sehr schnell das Wasser kapillar aufzusaugen und festzuhalten. Letzterem Zweck dienen auch noch eigenartige große, flaschenförmige Zellen der Äste der meisten Torfmoosarten (Abb. 41, A 15), die sogenannten Retortenzellen oder Ampullen.

Das Zentrum des Moosstämmchens wird gewöhnlich von einem Zentralstrang oder Markstrang eingenommen (Abb. 42, R 15), einer Art Ur-Leitbündel, das in den meisten

Fällen nur aus langgestreckten, dünnwandigen, zuweilen aber mit weichen dicken Wänden versehenen Zellen besteht, häufig auch durch quergestellte oder leiterartige Tüpfel schon Annäherungen an die Gefäßbildung der Leitbündel höherer Pflanzen verrät. Es ist dies zweifellos ein wasserleitendes Gewebe, aber in einigen Fällen enthält es auch Stärke und Öltropfen. Nur bei den höchsten Laubmoosen differenziert es sich in eine Art primitives Xylem (Holzteil) und Phloëm (Bastteil). Ersteres besteht aus schmalen, schräg endenden, dünnwandigen, wasserleitenden Elementen, letzteres aus kürzeren, horizontal endenden Eiweiß und Stärke führenden Zellen; in einzelnen Fällen kommen auch weitere, an Siebröhrenglieder erinnernde Zellen vor. Bei Dawsonia superba werden die wasserleitenden, den Tracheïden der höheren Pflanzen entsprechenden Zellen der Leitbündel auch noch von dickwandigen, langgestreckten Zellen begleitet, die also den Libriformfasern des Holzes der höheren Pflanzen homolog sind.

Die Blätter der Laubmoose sind überaus mannigfaltig gestaltet: bald sind sie ganz schmal, fast linsenförmig, bald eiförmig bis fast rundlich; häufig sind sie ungezähnt, in anderen Fällen wiederum in sehr verschiedener Art gezähnt, gesägt oder gewimpert (Abb. 42, N 3; Abb. 45, F 3); nach oben zu sind sie entweder abgerundet, oder sie sind stumpf bzw. spitz; oft laufen sie auch in eine Haarspitze oder Granne (Abb. 42, K 4) aus. Sie sitzen horizontal oder schräg an dem Moosstämmchen, bei Schistostega (Abb. 42, S 2, 3) stehen sie infolge ungleichen Wachstums der beiden Hälften der Blattbasis sogar senkrecht an dem Stämmchen und erinnern, da sie zweizeilig dicht übereinander angeordnet sind und an der Basis etwas miteinander verwachsen, in ihrer Gesamtheit an ein fiederspaltiges Blatt. Die Laubmoosblätter setzen sich entweder durchweg oder wenigstens in der Mitte aus mehreren Zellschichten (Abb. 42, L; Abb. 43, E 5) zusammen. Die Zellen sind entweder rechteckig oder gestreckt, selten rhombisch (Abb. 42, S 3); namentlich die Seitenränder der Blätter sind häufig durch dickwandige, vielfach gestreckte Zellen gesteift, jedoch finden sich auch oft mechanische, den Bastfasern der höheren Pflanzen ähnliche Elemente in oder unterhalb der Epidermis der Blätter. Abgesehen von diesen der Versteifung dienenden Elementen sind die Blätter gewöhnlich nur aus chlorophyllhaltigem Grundgewebe und einem schwach ausgebildeten, der Wasserleitung dienenden Zentralstrang zusammengesetzt, der entweder ausschließlich aus gestreckten, fast nur wasserführenden Zellen, den sogenannten Charakterzellen oder Deutern, besteht (Abb. 43, C 7) oder daneben noch parenchymatische, zartwandige Begleitzellen mit reichlichem Plasmainhalt führt. Häufig sind auch mechanische Elemente mit dem Zentralstrang verbunden, die als Schutzscheide dienen. Es macht sich also schon hier eine Art Differenzierung zwischen Wasser und Nährstoffe leitenden Elementen sowie mechanischen Geweben geltend.

Wie der Stamm, so haben auch die Blätter vieler Moose Organe für Wasserspeicherung, in Gestalt wasserheller Zellen mit Wanddurchbohrungen. Häufig überwiegen diese sogar der Menge nach und verleihen dann im trockenen, d. h. luftgefüllten Zustand der Moospflanze eine weißliche Färbung, so beim Torfmoos (Abb. 41, A 13) und bei dem in den deutschen Wäldern grünlichweiße Polster bildenden Leucobryum glaucum (Abb. 42, D 2, 3). Bei vielen Sphagnum-Arten finden sich auch noch besondere Ring- oder Spiralleisten in den Wänden dieser Zellen als Steifungseinrichtungen (Abb. 41, A 14). Auffallend sind ferner die Höcker und Auftreibungen vieler Moosblätter; sind es nur aufgewulstete Zellwände, so nennt man sie Mamillen, sind es besondere Zellen oder Zellreihen, so nennt man sie Papillen (Abb. 42, L; Abb. 43, E 5, 6). Sie dienen gleichfalls dem Festhalten

von Wasser in ihren Zwischenräumen. Dem gleichen Zweck dient häufig auch die fast bis zur Einrollung gehende rinnenförmige Einkrümmung der Blätter. Schließlich kommen zuweilen zusammenhängende Lamellen auf den Blättern vor, z. B. bei Pottia truncatula (Abb. 42, K 4).

Oft finden sich haarförmige Anhangsorgane am Stamm; sie entstehen durch Auswachsen der Epidermiszellen. Die an der Basis der Stämmchen hervorsprossenden Haare dienen gewöhnlich in ähnlicher Weise wie die Wurzelhaare der höheren Pflanzen der Wasser- und Nahrungsaufnahme und werden Rhizoïden genannt (Abb. 43, B, C 2). In den oberen Regionen der Stämme haben die Haare meist den Zweck, das Wasser kapillar hinaufzuziehen und festzuhalten (Abb. 43, D 1). Zuweilen, namentlich bei Arten der Gattung Polytrichum, werden die Stammhaare sehr lang, verschlingen sich miteinander und umgeben die Stämmchen als im Alter sich immer mehr bräunender Stengelfilz, der wegen seines wurzelartigen Aussehens auch Wurzelfilz genannt wird. Es ist ein ausgezeichnet das Wasser hinaufleitendes Material, das daneben auch als Festigungsmittel der Moospflanze dient. Bei epiphytischen Moosen haben die Haare oft die Funktion von Haftorganen und werden dann Haftwurzeln oder Hapteren genannt (Abb. 45, A 1). Von Bedeutung ist es auch, daß vielen dieser Mooshärchen die Eigenschaft innewohnt, unter geeigneten Verhältnissen in Vorkeimfäden überzugehen, zu ergrünen und so ein sekundäres Protonema zu erzeugen, das man zum Unterschied von dem normalen Sporenvorkeim als Zweigvorkeim bezeichnet.

Die ungeschlechtliche Vermehrung nimmt bei den Laubmoosen einen so breiten Raum ein wie sonst im Pflanzenreich nur noch bei den Pilzen. Es mag dies mit dem Vorherrschen der Zweihäusigkeit bei den Moosen zusammenhängen, die bei dem Fehlen von Lockmitteln für Befruchtungsvermittler sowie von Anpassungen an Windbefruchtung die geschlechtliche Vermehrung als alleinige Basis der Erhaltung der Art nicht mehr genügend erscheinen läßt. Wenigstens gilt dies für die Mehrheit der Laubmoose, die an trockeneren Standorten leben, wo also auf eine Überführung der Spermatozoïden zu den Eizellen durch das Wasser nicht gerechnet werden kann. Als Beweis dafür, daß die ungeschlechtliche Vermehrung als Aushilfsmittel für die erschwerte geschlechtliche Vermehrung anzusehen ist, mag angeführt werden, daß von den deutschen Moosen 86,4 Prozent der zweihäusigen, 10,9 Prozent der einhäusigen und nur 2,7 Prozent der zwitterigen Arten ungeschlechtliche Vermehrung durch Brutorgane aufweisen.

Wie die Haare, so können auch die Achsenteile, besonders die Epidermiszellen, sowie die Blattbruchstücke, insbesondere die Rippen und Blattecken, durch Bildung sogenannter Brutfäden neue Vorkeime oder Protonema erzeugen; ja selbst die Sporogone, namentlich die Stiele derselben, die Kalyptra, die Archegonien und sogar die Paraphysen können zu Vorkeimen auswachsen.

Neben dieser Vermehrung durch Vorkeime ist auch die ungeschlechtliche Bildung von Brutkörperchen bei den Moosen häufig, und zwar entstehen solche sowohl an den Achsen und an den Blättern als auch an dem Vorkeim.

Am Ende des Stämmchens zeigt z. B. Georgia pellucida (Abb. 43, F 6, 7) Brutkörperchen, die sogar von besonders gestalteten Hochblättern umgeben sind. Einen Kopf von Brutkörpern an der Spitze nackter Sproßenden, sogenannte Pseudopodien, hat Aulacomnium androgynum (Abb. 43, D 2). Brutkörperchen an der Blattspitze haben Grimmia Hartmanni (Abb. 42, P 1) sowie Streptopogon Schenckii (Abb. 42, N 2, 3), an der Blattbasis Bryum erythrocarpum (Abb. 43, A 2, 3), auf der Mittelrippe des Blattes

Tortula papillosa (Abb. 42, M) und Grimmia torquata (Abb. 42, P 2). Brutkörperchen an sekundären Vorkeimen hat Trichostomum Warnstorfii (Abb. 42, G 1, 2), und sogar die Protonemabäumchen von Georgia pellucida entwickeln Brutkörperchen.

Die Geschlechtssprosse entstehen an den Stämmchen oder ihren Verzweigungen, und zwar endständig, wenngleich dies wegen der Verkürzung der Seitensprosse oft nicht leicht erkennbar ist. Sie sind entweder zwitterig (synözisch; Abb. 43, A 4), d. h. Antheridien und Archegonien an denselben Sprossen, oder sie sind einhäusig (monözisch), d. h. sie befinden sich an derselben Pflanze an verschiedenen Sprossen, oder endlich zweihäusig (diözisch), d. h. sie sitzen an verschiedenen Pflanzen. Zuweilen ist zwar der Endsproß zwitterig, die Seitensprosse entwickeln dagegen nur Antheridien: diese Arten nennt man parözisch, während polyözisch solche Arten sind, die bald monözisch, bald diözisch sind. Die Geschlechtsorgane sind meist von einer Hülle besonders gestalteter Blätter umgeben, die gewöhnlich breiter und kürzer sind und gedrängter stehen als die gewöhnlichen Blätter (Abb. 43, E 7, 8); auch sind sie häufig auffallend gefärbt. Sie bilden zuweilen geradezu Rosetten und erlangen dadurch ein blumenartiges Aussehen (Abb. 42, Q 1, 3; Abb. 43, D 4); daher bezeichnet man sie häufig als Moosblumen oder Moosblüten. Zuweilen sind die männlichen Geschlechtssprosse auch durchwachsen, d. h. die Achse entwickelt oberhalb der Geschlechtsblätter wieder normale, vegetative Blätter, ebenso wie bei der Ananas (Abb. 43, E 8); sie haben entweder eine knospenförmige oder kugelige oder scheibenförmige Gestalt. Die Hülle der zwitterigen und weiblichen Moosblüten wird Perichätium, die der männlichen Perigonium genannt; besser bezeichnet man beide als Involukrum.

Die männlichen Geschlechtssprosse sind gewöhnlich kleiner als die weiblichen, die männlichen Pflänzchen sind zuweilen sogar von geradezu zwergiger Gestalt im Vergleich zu den weiblichen, so z. B. bei Buxbaumia aphylla, wo die ganzen mit kurzem Stiel auf dem Protonema sitzenden männlichen Pflänzchen aus einem einzigen chlorophyllosen Blatt bestehen, das in seiner kugeligen Wölbung ein einziges Antheridium einschließt (Abb. 43, G 6, 7). Zuweilen wachsen die kleinen männlichen Pflanzen geradezu an den weiblichen, so bei Leucobryum im Stengelfilz, bei Fissidens an den vertrocknenden Blättern der weiblichen Pflänzchen, bei anderen Moosen an den Zweigvorkeimen derselben.

Die Antheridien sind kugelige (Abb. 43, G 7), eiförmige (Abb. 41, A 5), zylindrische (Abb. 42, J 3) oder keulenförmige (Abb. 42, R 2) Organe, die gewöhnlich zu Antheridienständen (Antheridiophoren) vereinigt sind und meist kürzeren oder längeren Stielen aufsitzen. Es sind einschichtige Säcke, deren ursprünglich durch Chlorophyll grüngefärbte Zellen später häufig eine rote Färbung annehmen. Vor der Reife sind diese Säcke von Spermatozoid-Mutterzellen angefüllt, deren Inhalt zu dem aus einem Spiralband und zwei häufig sehr langen Zilien bestehenden Spermatozoid (Abb. 41, A 8) wird. Das Spiralband bildet sich aus dem Zellkern, die Zilien aus dem Zytoplasma, während der Rest des letzteren als körniger Belag dem Spiralband aufgelagert ist. Schließlich verquellen die Häute der Mutterzellen und gleichzeitig die Zellen der Scheitelkappe des Antheridiums, so daß die frei gewordenen Spermatozoiden heraustreten können (Abb. 41, A 6, 7).

Die Archegonien sind gewöhnlich flaschenförmige, meist kurz, aber dick gestielte Organe mit mehr oder weniger langem Hals (Abb. 41, A 9; Abb. 42, J 3, R 3). Der mehrschichtige Bauchteil umschließt eine sogenannte Zentralzelle, die sich noch vor der Befruchtung in die Eizelle und die Bauchkanalzelle teilt. Der Hals besteht aus einer einschichtigen Wand, die mehrere Halskanalzellen umgibt; diese verschleimen vor der Befruchtung,

während die Endzellen der Halswandung sich voneinander trennen oder ganz lösen bzw. sich nach außen krümmen. Hierdurch bildet sich eine mehr oder weniger trichterförmige Öffnung, aus welcher der Schleim des Halskanals heraustreten kann. Da gleichzeitig die Bauchkanalzelle, die vielleicht eine verkümmerte zweite Eizelle darstellt, zugrunde geht, so haben die Spermatozoiden freien Zutritt zur Eizelle.

Als Begleiter der Sexualorgane erscheinen gewöhnlich die sogenannten Paraphysen, haar- oder drüsenartige (Abb. 42, R 2), meist aus einer Zellreihe bestehende, oft aber kopfförmig oder keulig angeschwollene Gebilde, deren äußere Membranteile sich leicht in eine Art Gallert verwandeln. Ihre Funktion dürfte sein, durch Kapillaritätswirkung oder Verschleimung die Sexualorgane feucht zu halten. Moosen dauernd feuchter Standorte fehlen daher die Paraphysen häufig, oder sie sind bei ihnen rudimentär.

Nach der Befruchtung der Eizelle durch das Spermatozoid beginnt die Entwickelung der ungeschlechtlichen Generation, des Sporophyten, der bei Moosen auch als Sporogonium bezeichnet wird. Gewöhnlich gelangt nur ein Archegonium jedes Archegonienstandes zur Entwickelung: da die Sporogonien dauernd mit der Geschlechtsgeneration in Verbindung bleiben, würden sie sich, falls mehrere auswüchsen, durch Druck gegenseitig behindern.

Durch das wachsende Sporogonium wird die Archegoniumwand ausgedehnt und schließlich gesprengt, aber so, daß ein Teil von ihr als Haube oder Kalyptra emporgehoben wird, während der untere Teil als Scheide oder Vaginula an der Basis des Sporogons zurückbleibt. Freilich ist es nur in den seltensten Fällen die ursprüngliche Archegonienwand: gewöhnlich wächst sie mit, oder es wächst wenigstens der Archegonienstiel, und in anderen Fällen nimmt ein Teil des Rezeptakulums an dem Wachstum teil. Das auf diese Weise veränderte Archegonium wird als Epigonium bezeichnet. Zuweilen teilt sich auch das Epigonium in zwei Schichten, wobei dann die äußere Schicht ringförmig aufreißt, während die innere beim Ablösen der Haube unregelmäßige Fetzen bildet. Die Haube selbst ist mützen-, glocken-, kugel- oder kapuzenförmig, kurz oder lang zugespitzt (Abb. 41, D 2; Abb. 42, O 4; Abb. 45, D 2), entweder mit rundem, oft gefranstem oder unregelmäßig zerschlitztem Rande sich ablösend oder der Länge nach aufreißend (Abb. 45, E 2, J 2).

Das Sporogon selbst zerfällt in Fuß, Stiel und Kapsel. Der Fuß dient dazu, aus der Mutterpflanze die zur Entwickelung der Kapsel nötigen Stoffe zu entnehmen, und sendet hierzu Zellen in das Gewebe des Moospflänzchens, die auf diesem parasitieren. Der Stiel, auch Seta genannt, leitet die Stoffe zur Kapsel und hat gleichzeitig die Aufgabe, sie zu tragen. Demgemäß hat er ein peripherisches, aus dickwandigen, gestreckten Zellen bestehendes Festigungsgewebe und im Zentrum einen Strang langgestreckten, dünnwandigen Leitungsgewebes, also einen Zentralstrang (Abb. 43, E 4). Zuweilen ist letzterer auch noch von einer Schutzscheide dickwandiger Zellen umgeben.

Die Entwickelung der Mooskapsel weist verschiedene Typen auf; man unterscheidet schon frühzeitig zwei Schichten, das außen liegende Amphithezium und das dieses innen ausfüllende Endothezium. Ersteres bildet die Kapselwand, letzteres das sterile Innengewebe, die Kolumella, während das die Sporen erzeugende Gewebe, das Archespor, und der es umhüllende Sporensack bald aus dem Amphithezium, bald aus dem Endothezium entstehen. Die Kolumella fehlt nur selten, z. B. bei Archidium (Abb. 42, A 4). In einigen Fällen wird sie als halbkugeliges Gebilde von dem Archespor überdacht, so bei den Torfmoosen (Abb. 41, A 11); in den meisten Fällen durchzieht sie als Zentrum

das röhrenförmige Archespor (Abb. 43, C 5). Aus dem Archesporgewebe entwickeln sich die Sporenmutterzellen und in diesen die zuerst zu vieren vereinigten und Tetraden bildenden Sporen, die sich voneinander lösen und dann durch Resorbierung der Mutterzellwände ganz frei werden (Abb. 42, R 9—12). Der häufig nur einschichtige Sporensack dient ebenso wie die Kolumella hauptsächlich als Nährmaterial der Sporen; diese beiden Gewebsschichten enthalten daher viel Nährstoffe und werden zuweilen schließlich vollständig resorbiert.

Die Kapselwand ist von dem Sporensack meist durch große Interzellularräume geschieden, die von verzweigten Zellfäden durchzogen werden (Abb. 42, R 4; Abb. 43, G 4). Gewöhnlich finden sich in der Kapsel neben dickwandigen mechanischen Zellen auch grünes Assimilationsgewebe (Abb. 41, D 3), farbloses Wassergewebe sowie ausgebildete Spaltöffnungen. Auch sonst differenziert sich die Kapselwand in mannigfacher Weise. Dies hängt mit dem komplizierten Ausstreuungsmechanismus der Sporen zusammen, der hier um so notwendiger ist, als den Laubmoosen die Schleuderzellen (Elateren) der Lebermoose fehlen. Bei manchen Laubmoosen zerfällt die Wand erst, und zwar unregelmäßig, nachdem die Sporen reif geworden sind; diese Moose bezeichnet man als schließfrüchtig oder kleistokarp. Weit häufiger aber löst sich das oberste Wandstück der Kapsel als Deckel (Operkulum) ab (Abb. 42, K 3; Abb. 43, C 4), und diese Laubmoose bezeichnet man als deckelfrüchtig oder stegokarp. Die Trennung wird bewirkt durch das ungleichmäßige Verhalten des festeren Zellgewebes des Deckels und der Urne einerseits sowie eines dazwischenliegenden Zellgürtels oder Annulus anderseits; letzterer besteht nämlich aus mehreren Stockwerken großer, dünnwandiger und meist leicht verquellender oder wenigstens wasserspeichernder Zellen, die sich beim Austrocknen oder beim Benetzen mit Wasser in anderer Weise ausdehnen oder zusammenziehen als die benachbarten Gewebe. Der Deckel selbst ist sehr verschiedenartig gebaut und geformt, flach oder gewölbt, häufig in einer langen oder kurzen, geraden oder krummen Spitze endend, unterseits oftmals gestreift; er bildet ein wichtiges systematisches Merkmal. Das gleiche gilt für den Mundbesatz oder Peristom, der entweder einfach (Abb. 42, Q 4; Abb. 43, D 5) oder doppelt ist (Abb. 42, R 6, 8; Abb. 45, A 2, D 3, H 3, J 3). In dem letzteren Falle unterscheidet man den äußeren Mundbesatz als Exostomium von dem inneren, dem Endostomium. Dieser Mundbesatz besteht meist aus schmal lanzettlichen, häufig eingekrümmten (Abb. 45, D 3), zurückgebogenen (Abb. 42, Q 4), gedrehten (Abb. 42, F 2, H 3), geriesten (Abb. 43, C 6) oder gitterförmigen (Abb. 42, H 5) Zähnchen, die vielfach innen Querleisten oder Lamellen, außen Querbalken oder Trabekeln aufweisen. Genetisch sind es lokale Wandverdickungen der unter der Epidermis und unterhalb des Deckels liegenden Zellen (Abb. 43, C 8), die allein übrigbleiben, während die dünneren Wandpartien derselben Zellen vergehen.

An der Basis sind die Zähnchen häufig durch eine häutige Basilarmembran verbunden, während sich über die Spitze der Zähnchen eine aus der Kolumella hervorgehende Haut, Epiphragma genannt, hinzieht, die den Hohlraum der Kapseln abschließt, später aber zerreißt. Die Zähnchen sind sehr hygroskopisch und verschließen die Kapselöffnung nach Zerstörung des Epiphragmas bei feuchter Witterung, während sie sich bei trockenem Wetter auseinanderbiegen und die Sporen herauslassen oder sie sogar fortschleudern.

Auch die Sporen selbst sind sehr verschieden gebaut: bald behalten sie die tetraedrische Form der Sporentetraden dauernd bei, so bei Sphagnum, bald runden sie sich ab (Abb. 42, R 12); bei Ephemerum sind sie nierenförmig. Die meist gefärbte Außenhaut (Exine oder Exosporium) ist äußerst selten behaart (Abb. 42, Q 5), häufig dagegen mit

körnigen, warzigen oder papillösen Auswüchsen versehen oder in anderer Weise skulpturiert. Die Sporen sind meist sehr zahlreich in jeder Kapsel und sehr klein, Archidium (Abb. 42, A 4) hat dagegen nur wenige große Sporen. Bei der Keimung (Abb. 43, H 1; Abb. 42, R 13) wächst die Innenhaut (Intine oder Endosporium) unter Sprengung der Außenhaut zu einem Zellfaden aus, der sich bald verästelt und zu dem Sporenvorkeim wird, auf dem sich wieder die geschlechtliche Generation aufbaut.

Man teilt die Laubmoose in drei sehr natürliche Reihen, die Sphagnales, die Andreaeales und die Bryales.

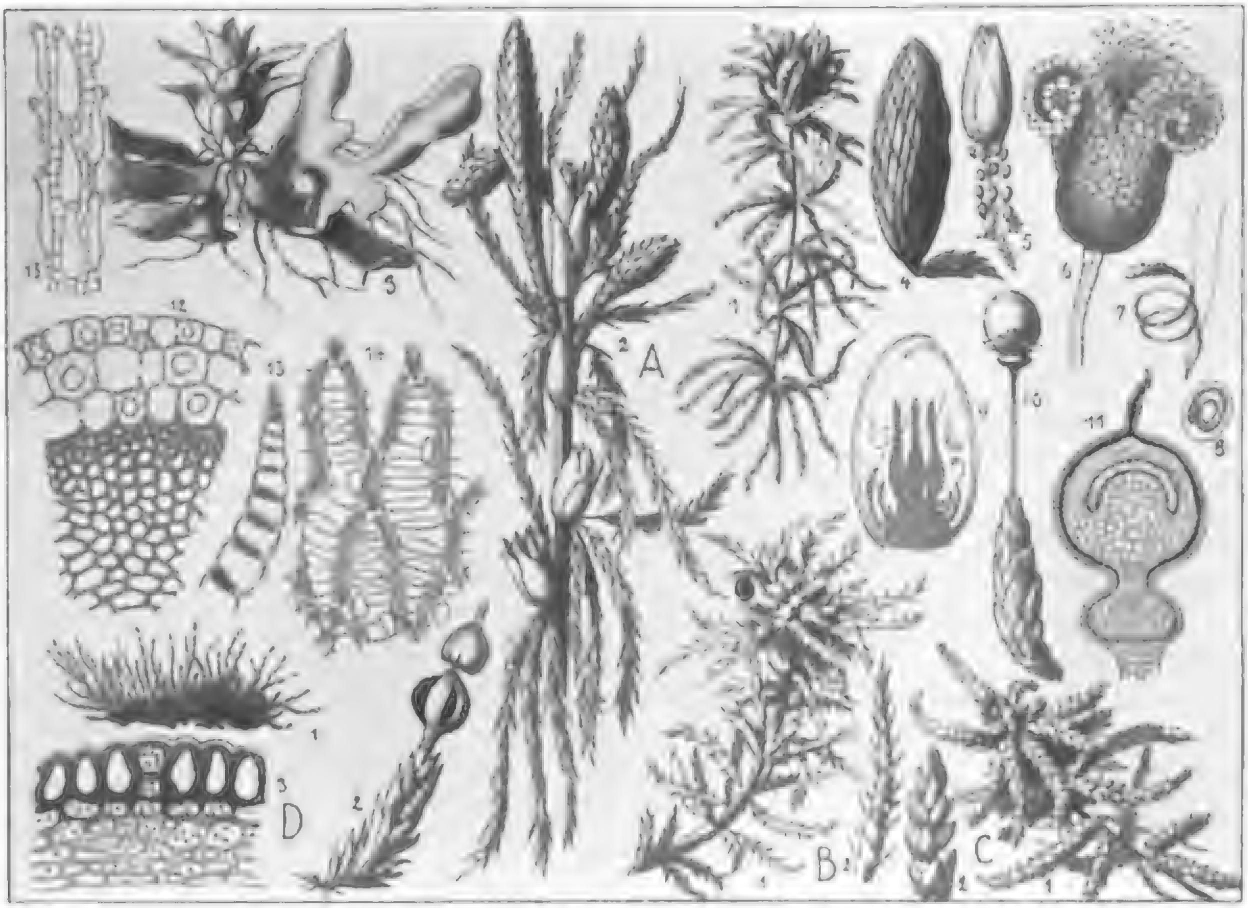


Abb. 41: Laubmoose (Musci) I.

A) Sphagnum acutifolium: 1) Pflanze, nat. Größe; 2) Pflanze mit männlichen u. weiblichen Geschlechtssprossen, vergröß.; 3) Prothallium mit jungem Pflänzchen, vergr.; 4) männlicher Geschlechtssproß, vergr.; 5) derselbe, nach Entfernung zahlreicher Blättchen, mit Antheridien; 6) aufplatzendes, die Spermatozoiden entlassendes Antheridium, vergr.; 7) Spermatozoid, vergröß.; 8) dasselbe in der Mutterzelle, vergr.; 9) weibl. Geschlechtssproß m. Archegonien, vergr.; 10) Sporogonium, vergr.; 11) junge Kapsel im Längsschnitt; 12) Teil des Stammquerschnittes mit Wassergewebehülle; 13) Blattspitzenquerschnitt; 14) wasserspeichernde und Assimilationszellen des Blattes; 15) Zweigstück mit Retortenzellen.
B) Sphagnum squarrosum: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Zweig, vergrößert.
C) Sphagnum latifolium: 1) Pflanze, natürliche Größe; 2) Zweig, vergrößert.
D) Andreaea petrophila: 1) Rasen, natürliche Größe; 2) fruchtendes Pflänzchen, vergrößert; 3) Stück der Kapselwand, stark vergrößert.

Reihe 1:

Sphagnales oder Torfmoose.

Die Reihe der Torfmoose ist gekennzeichnet einerseits durch den fast immer flächenartig entwickelten Vorkeim (Abb. 41, A 3), anderseits durch die nicht bis zur Kapselspitze reichende Kolumella, die vielmehr von der sporenbildenden, aus dem Amphithezium stammenden Schicht überdacht wird (Abb. 41, A 11). Das Sporogonium wird von der schließlich unregelmäßig zerreißenden und nur eine Scheide zurücklassenden Archegoniumwand umhüllt

(Abb. 41, A 10); der lange Stiel, der die Kapsel und die Scheide trägt, gehört nicht zum Sporogonium, sondern wird von dem die Archegonien tragenden Zweige nachträglich gebildet, stellt also ein Pseudopodium dar. Die Kapsel öffnet sich mit einem flachen Deckel, ein Mundbesatz fehlt.

Die einzige Familie dieser Reihe, die der **Sphagnaceae** oder **Torfmoose**, hat nervenlose Blätter, deren Gewebe, wie wir oben sahen, aus zylindrischen, chlorophyllhaltigen Assimilationszellen und großen hyalinen Wasserspeicherzellen besteht (Abb. 41, A 13, 14). Ferner sahen wir, daß die letzteren Poren sowie häufig Spiralverdickungen aufweisen, was auch bei dem peripherischen Wassergewebe der Stengel der Fall ist. Die Stengel enthalten keinen Zentralstrang, was ja dadurch erklärt wird, daß das Wasser peripherisch hinaufgeleitet wird.

Die Antheridien- und Archegonienstände sitzen an besonderen Zweigen; erstere sind zapfenförmig und von rot, gelb oder olivengrün gefärbten Schuppenblättern bedeckt (Abb. 41, A 4, 5), die je ein gestieltes, rundliches Antheridium umschließen. Die Archegonienstände sind kürzer, mehr kegelförmig, und werden von größeren grünen, sich knospenartig deckenden Blättchen umhüllt (Abb. 41, A 2); die Perichätialblätter wachsen erst mit der Reife des Sporogons zu einem mehr zapfenartigen Gebilde aus (Abb. 41, A 10). Die Kapsel öffnet sich, indem der hier durch einen ringförmigen Riß abgegrenzte Deckel samt den Sporen beim Eintrocknen der Kapsel durch die hierdurch komprimierte Luft im Inneren derselben plötzlich bis 10 cm weit fortgeschleudert wird.

Die nur aus der einen Gattung Sphagnum bestehenden Torfmoose sind über die ganze Erde verbreitet und wachsen an feuchten Orten, vermeiden aber kalkhaltige Sümpfe und Salzboden. Von den 300—400 Arten bewohnt die größte Zahl die gemäßigte nördliche und südliche Zone: besonders reich sind neben Europa Nord- und Südamerika sowie Neuseeland und Tasmania. In den nordischen Gebieten treten die Torfmoose hinter den Polytrichum-Arten und den Flechten zurück, in den Tropen finden sie sich vor allem in den höheren Gebirgen. Die trockenen Gebiete, wie die Wüsten- und Steppenzonen Afrikas, Asiens und Amerikas, werden von ihnen gemieden, ebenso die tropischen Ebenen und die Koralleninseln. Dagegen sind die Torfmoose in den nördlichen Teilen der gemäßigten Zone von überaus großer Bedeutung, da sie hier infolge ihres massenhaften Auftretens den Hauptbestandteil der Hochmoore ausmachen und zu der Torfbildung das hauptsächlichste Material liefern. Ja, man kann sagen, daß ohne die Wasser aufsaugende Tätigkeit der Torfmoose und ohne ihre gewaltige und schnelle Vermehrung eine reguläre Torfbildung wohl kaum zustande kommen könnte. Hierdurch nehmen die Torfmoose in wirtschaftlicher Beziehung bei weitem die erste Stelle unter den Moosen ein.

Die in Deutschland häufigsten Arten der Torfmoose sind Sphagnum cymbifolium, fimbriatum, cuspidatum, während S. rigidum und acutifolium, das spitzblätterige Torfmoos (Abb. 41, A 1), auch viel auf feuchten Heiden vorkommen; B. squarrosum, das sparrige Torfmoos (Abb. 41, B), bevorzugt mehr quellige Stellen der Wälder. Man unterscheidet die Arten meist nach dem Bau der Stengelrindenzellen und der Form der Blätter und ihrer Zellen.

Reihe 2:

Andreaeales oder Steinmoose.

Bei der Reihe der Steinmoose durchsetzt die Kolumella, wie bei den Torfmoosen, die Kapsel nicht vollständig, doch wird die sporenerzeugende Schicht hier nicht von dem Amphithezium, sondern vom Endothezium gebildet. Das Amphithezium wiederum wird in seiner inneren Schicht zum Sporensack, der aber hier nicht von der Kapselwand durch Interzellularlücken getrennt ist. Wie bei den Sphagnales wird das Sporogonium nicht von einem eigenen Stiel, sondern von der zu einem stielartigen Pseudopodium nachträglich auswachsenden Spitze des Zweiges getragen. Die Sporen wachsen — eine Ausnahme unter den Moosen —

vor der Keimung durch Zellteilung zu kleinen Gewebsmassen aus. Die die Kapsel umgebende Archegoniumwand trennt sich schließlich in eine Scheide und eine Haube (Abb. 41, D 2). Die Kapsel hat weder Deckel noch Mundbesatz, vielmehr öffnet sie sich mit 4—8 Längsrissen, die in der von stark verdickten Zellen gebildeten Kapselwandung schon durch die Kleinheit der Zellen kenntlich sind (Abb. 41, D 3). Durch die Öffnung der Kapseln sowie durch das Wachstum der häufig noch der Mittelrippe entbehrenden Blätter mit einschneidiger Scheitelzelle nähert sich diese Unterklasse etwas den Lebermoosen.

Die Reihe besteht nur aus der einen Familie der **Andreaeaceae** oder **Steinmoose**, deren einzige Gattung Andreaea oder Steinmoos in zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet ist. Es sind kleine felsbewohnende, aber kalkmeidende, Rasen bildende Moose, die insbesondere die kühlen Zonen beider Hemisphären bewohnen, in der arktischen Zone aber auch auf der Erde selbst wachsen. In Deutschland findet man sie häufig an erratischen Blöcken. Besonders A. petrophila, das felsliebende Steinmoos (Abb. 41, D 1), ist in Europa, Nordamerika, Tasmania und Neuseeland weit verbreitet; andere europäische Arten finden sich häufig an überrieselten Felsplatten der Alpen sowie auf erratischen Blöcken.

Reihe 3:
Bryales oder Echte Laubmoose.

Die weit überwiegende Masse der Laubmoose gehört zur Reihe der Echten Laubmoose, bei der die Kolumella bis zur Spitze der Kapsel reicht, also das gleichfalls aus dem Endothezium entstehende Archispor bzw. sporenerzeugende Gewebe völlig durchsetzt. Hier hat das Sporogonium einen eigenen Stiel, der also kein Pseudopodium darstellt; der untere Teil der Archegoniumwand oder, besser gesagt, des Epigoniums bleibt als Scheide unten sitzen, während der obere durch Stiel und Kapsel als Haube emporgehoben wird. Die Sporen wachsen ohne vorherige Knöllchenbildung durch Keimung zu einem fast immer fadenförmigen Vorkeim aus. Die Öffnung der Kapsel geschieht durch einen Deckel, ein Mundbesatz ist fast stets vorhanden, der Sporensack ist von der Kapselwand durch Interzellularräume getrennt.

Man unterscheidet als Hauptunterabteilungen die Ordnungen der Acrocarpi und Pleurocarpi. Bei den ersteren stehen die Archegonien gipfelständig an den Hauptsprossen, bei den letzteren in den Achseln von Blättern, also seitlich; zu ersterer Ordnung gehören etwa 25, zu letzterer 15 Familien.

Ordnung 1:
Acrocarpi oder Gipfelfrucht-Laubmoose.

Am primitivsten ist die Familie der **Archidiaceae** oder **Ur-Moose**. Hier entwickelt das Sporogon keine Kolumella, sondern neben den verhältnismäßig wenigen sehr großen Sporen (Abb. 42, A 4) und gemengt mit ihnen sterile Zellen; auch bleibt die Kapsel lange vom Epigonium umhüllt und sprengt die Haube erst spät und in unregelmäßiger Weise.

Die Familie besteht nur aus der in den gemäßigten Zonen verbreiteten Gattung Archidium oder Ur-Moos (Abb. 42, A). In Deutschland wächst A. alternifolium auf tonig-sandigem Boden, auf feuchtem Heidelande, trockenen Teichen und Äckern.

Die sehr große Familie der **Dicranaceae** oder **Gabelzahn-Moose** umfaßt größtenteils rasenbildende Moose. Die Stengel haben meist einen Zentralstrang und sind mit gewöhnlich schmalen bis borstenförmigen Blättern dicht bedeckt. Die in der Regel etwas gekrümmten Kapseln tragen einen einfachen, selten fehlenden, aus 16 Zähnen bestehenden Mundbesatz und kappenförmige Hauben. Zu dieser Familie gehören viele unserer erdbewohnenden Moose, namentlich solche des Waldbodens.



Abb. 42: Laubmoose (Musci) II.

A) **Archidium ohioense:** 1) Pflanze, vergrößert; 2) natürliche Größe; 3) Blattspitze, vergrößert; 4) Kapsel im Längsschnitt, vergrößert.
B) **Dicranella heteromalla:** 1) Rasen, nat. Größe; 2) fruchtende Pflanze, etwas vergr.; 3) Peristom.
C) **Dicranum scoparium:** 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapsel.
D) **Leucobryum glaucum:** 1) Pflanze, natürl. Größe; 2), 3) Blattquerschnitte, vergrößert.
E) **Fissidens taxifolius:** Pflanze, natürl. Größe.
F) **Barbula convoluta:** 1) Stück eines Rasens in nat. Größe; 2) Peristom.
G) **Trichostomum Warnstorfii,** Brutkörperköpfchen auf Adventivprotonema: 1) unreif; 2) reif.
H) **Cinclidotus fontinaloides:** 1) Fruchtende Pflanze in natürl. Größe; 2) Kapsel, vergrößert; 3) dieselbe ohne Deckel, vergr.; 4) Haube; 5) Peristom.
J) **Phascum cuspidatum:** 1) Fruchtende Pflanze in natürlicher Größe; 2) vergrößert; 3) Längsschnitt durch einen Zweig mit Antheridien (rechts) und Archegonien (links).
K) **Pottia truncatula:** 1) Fruchtende Pflanze in nat. Größe; 2) vergrößert; 3) Kapsel, vergrößert; 4) Blatt von Pottia subsessilis, vergrößert.
L) **Aloina ericaefolia:** Blattquerschnitt, vergrößert.
M) **Tortula papillosa:** Blattrippe mit Brutkörperchen, vergr.
N) **Streptopogon Schenckii:** 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Blatt mit Brutkörperköpfchen, vergrößert; 3) Spitze des Blattes mit 2 Brutkörperchen, vergrößert.
O) **Rhacomitrium canescens:** 1) Fruchtende Pflanzen in natürlicher Größe; 2) Haube, vergr.; 3) Blattspitze, vergr.; 4) Deckel, vergr.; 5) Peristomzahn, vergr.
P) 1) **Grimmia Hartmanni,** Blattspitze mit Brutkörperchen, vergrößert; 2) **Grimmia torquata,** Blattbasis mit Brutkörperchen auf der Mittelrippe, vergrößert.
Q) **Splachnum luteum:** 1) Männliche Pflanze in natürl. Größe; 2) fruchtende Pflanze in natürl. Größe; 3) männl. Geschlechtssproß, vergr.; 4) Kapselmund, vergrößert; 5) Spore, vergr.
R) **Funaria hygrometrica:** 1) Rasen in natürl. Größe; 2) Antheridienstand mit Paraphysen, vergr.; 3) Archegonienstand, vergr.; 4) Kapsel im Längsschnitt, vergr.; 5) Kapsel, vergr.; 6)–8) Peristom; 9)–12) Sporenbildung; 13) keimende Spore; 14) Protonema; 15) Querschnitt durch den Kapselstiel.
S) **Schistostega osmundacea:** 1) Fruchtende Pflanze in natürlicher Größe; 2) sterile Pflanze in natürlicher Größe; 3) Stengelstück mit Blättern, vergrößert.

Besonders häufig sind Vertreter der Gattungen Dicranella oder Gabelzähnchen-Moos (Abb. 42, B) und Dicranum oder Gabelzahn-Moos, vor allem das bis Japan, Indien und Nordamerika verbreitete D. scoparium, das besenartige Gabelzahn-Moos (Abb. 42, C), eins der gemeinsten Moose; der Name deutet auf die meist zweischenkeligen Peristomzähne. Noch häufiger ist vielleicht Ceratodon purpureus, das purpurfarbene Hornzahn-Moos, ein durch seine rötliche Färbung an alten Mauern auffallendes kosmopolitisches Moos mit papillösen Peristomzähnen.

Bei der Familie der **Leucobryaceae** oder **Weiß-Moose** fehlen wasserleitende Zentralstränge im Stämmchen, das Blattgewebe enthält als Ersatz dafür plasmalose, durchlöcherte, wasserspeichernde Zellen (Abb. 42, D 2). Das Peristom besteht meist aus 16 zweispaltigen Zähnen. Es sind weißliche, meist wärmere Gegenden bewohnende, teilweise auf Bäumen lebende Pflanzen. Leucobryum glaucum, das gemeine Weiß-Moos (Abb. 42, D), ist ein auf feuchtem Wald- und Torfboden wachsendes, kalkfeindliches Moos, das durch weißliche Färbung der großen Polster allgemein bekannt ist und auffällt.

Die Familie der **Fissidentaceae** oder **Spaltzahn-Moose** hat zweizeilig stehende, reitende, scheidig-kahnförmige, auf dem Rücken geflügelte Blätter. Die 16 meist bis zur Mitte gespaltenen Peristomzähne sind rot gefärbt.

Die weitverbreitete, namentlich in den Tropen sehr artenreiche, rasenbildende Gattung Fissidens oder Spaltzahn-Moos ist auch in Deutschland durch mehrere Arten an feuchten Stellen vertreten, z. B. durch den an schattigen Orten auf der Erde häufigen F. taxifolius, das eibenblätterige Spaltzahn-Moos (Abb. 42, E), sowie die auf Torfwiesen wachsenden Arten F. osmundoides und adiantoides.

Die Familie der **Calymperaceae**, die in Deutschland keine Vertreter, in den Tropen dagegen sehr große Gattungen hat, ist gekennzeichnet durch scheidige, stark gerippte Blätter, lang pfriemenförmige Deckel und große, die Kapsel bis zum Grunde einhüllende Hauben.

Die Familie der **Pottiaceae** oder **Pottien-Moose** ist nicht viel ärmer an Gattungen als die der Dicranaceae. Ihre Mitglieder sind meist rasenbildende Moose mit regelmäßigen, an aufrechten Stielen sitzenden Kapseln, deren selten fehlendes einfaches Peristom aus 16 gewöhnlich gespaltenen oder aus 32 häufig gedrehten Zähnen besteht. Die Blätter sind oft durchscheinend und laufen nicht selten in Endhaare aus.

Von den schmalblätterigen Formen findet sich die Gattung Trichostomum oder Haarmund-Moos fast auf der ganzen Erde und kommt in Deutschland meist im Gebirge vor; weit verbreitet sind auch Hymenostomum und Tortella, die in Deutschland speziell Kalk liebende Vertreter zählt, sowie Didymodon, das Doppelzahn-Moos, und Leptodontium, das Schmalzahn-Moos. Die bei weitem größte Gattung ist aber Barbula, das Bartmoos (Abb. 42, F), die mehrere hundert Arten umfaßt und auch in Deutschland, besonders an Abhängen, häufig vorkommt. Breitblätterig sind die Zwerg-Moose Acaulon, Phascum (Abb. 42, J), Pottia (Abb. 42, K) und Aloina (Abb. 42, L), von denen die ersten beiden keinen Kapseldeckel haben; es sind winzige, knospenförmige, meist auf Äckern und Grasplätzen herden- oder truppweise wachsende Pflänzchen, von denen zahlreiche Arten in Europa vorkommen. Mehrere hundert teilweise ansehnlichere Arten umfaßt die kosmopolitische Gattung Tortula oder Drehzahn-Moos, die auch in Deutschland eine Reihe Vertreter zählt. Besonders häufig sind T. muralis und T. ruralis, erstere besonders an Mauern, letztere viel auf Stroh- und Schindeldächern, während T. latifolia und die durch die Blattbrutknospen ausgezeichnete T. papillosa, das papillentragende Drehzahn-Moos (Abb. 42, M), mehr auf Holz und an alten Baumstämmen wachsen. Mauern und Felsen bewohnen gleichfalls die deutschen Arten der weitverbreiteten, aber mehr auf die gemäßigte Zone beschränkten Gattung Encalypta oder Glockenhauben-Moos, die man häufig als besondere Familie von den Pottiazeen abtrennt. Ebenfalls nicht ohne Zweifel zu dieser Familie gerechnet wird die stark abweichende Gattung Cinclidotus oder Siebzahn-Moos (Abb. 42, H), die mit sechs Arten die fließenden Gewässer der gemäßigten Zone bewohnt, wo sie an Steinen, Felsen oder Holz haftet und als lockere, schwärzlichgrüne oder olivenfarbene Rasen mit langgestreckten, verzweigten Stengeln im Wasser flutet. Ihr fehlen infolge ihrer Lebensweise Zentralstränge, Luftlöcher sowie Spaltöffnungen in der Kapsel, ihre haarförmigen Peristomzähne hängen gitterförmig zusammen (Abb. 42, H 5).

Die Familie der **Grimmiaceae** oder **Grimms-Moose** enthält wenige Gattungen mit meist regelmäßigen Kapseln und selten fehlendem, einfachem Peristom mit 16 roten oder orangefarbenen, häufig in zwei bis drei fadenförmige Schenkel (Abb. 42, O 5) geteilten Zähnen.

Besonders reich an Arten ist die Gattung Grimmia oder Grimms-Moos selbst, die sich mit mehreren hundert Arten über die ganze Erde verbreitet, in den Tropen aber hauptsächlich die Gebirge bewohnt. Das gleiche gilt für die nicht ganz hundert Arten zählende Gattung Rhacomitrium oder Zackenhauben-Moos, polster- oder rasenförmige, steinbewohnende Moose mit häufig in Haaren auslaufenden Blättern. Viele Arten wachsen im Gebirge, Grimmia pulvinata auf Mauern und Dächern. Rhacomitrium canescens, das graue Zackenhauben-Moos (Abb. 42, O), ist auf Sandboden gemein.

Zur Familie der **Orthotrichaceae** oder **Gradhaar-Moose** gehören rasenbildende, meist auf Rinde und Stein wachsende Moose mit kurzgestielten, aufrechten und regelmäßigen Kapseln, weiten, oft behaarten und längsfaltigen Hauben und einfachem oder doppeltem, selten fehlendem Mundbesatz, dessen innere 16 Zähne paarweise einander genähert sind.

Von den 13 Gattungen bewohnt die über 200 Arten zählende Gattung Orthotrichum oder Gradhaar-Moos besonders die gemäßigte Zone; eine ähnliche Verbreitung hat die von nur etwa 50 Arten gebildete Gattung Ulota oder Krausblatt-Moos, deren auch in Nordamerika vorkommende Arten U. crispa oder ulophylla und U. crispula in Deutschland an Waldbäumen sehr häufig sind. Aus beinahe 400 Arten besteht die fast nur in den warmen Gegenden an Bäumen wachsende Gattung Macromitrium oder Großhauben-Moos. Über die ganze Erde bis auf die arktische Zone ist die etwa hundert Arten enthaltende Gattung Zygodon oder Paarzahn-Moos verbreitet.

Die Familie der **Splachnaceae** oder **Schirm-Moose** umfaßt nur fünf Gattungen, die meist auf verwesenden organischen Stoffen, z. B. Tierexkrementen, dichte Rasen bilden. Für die oft langgestielte Kapsel ist bei drei Gattungen der Familie der angeschwollene Ansatz des Stieles charakteristisch, die sogenannte Paraphyse, die bald ei- oder kegelförmig, bald — bei Splachnum (Abb. 42, Q 2) — aufgeblasen kugel-, birn- oder schirmförmig ist und auch durch die purpurrote, braune oder gelbe Färbung auffällt.

Die Gattung Splachnum oder Schirm-Moos bewohnt mit sechs Arten die nördliche gemäßigte und kalte Zone, meist die arktischen Gebiete und die Gebirge, während S. ampullaceum auch in Deutschland in der Ebene in Torfmooren auf zersetztem Rindermist wächst.

Nur je eine Art haben die unwichtigen Familien der **Oedipodiaceae** und **Disceliaceae**, deren Vertreter besonders in Nordeuropa vorkommen. Discelium nudum findet sich auch in Deutschland, namentlich an Grabenwänden.

Die Familie der **Funariaceae** oder **Dreh-Moose** enthält in der Hauptsache herdenweise auftretende oder lockere Rasen bildende Erdmoose, deren regelmäßige oder gekrümmte, kugelige oder birnförmige Kapseln meist einen deutlichen Hals haben (Abb. 42, R 5). Die gewöhnlich kleinen, ziemlich breitblätterigen Pflänzchen siedeln sich mit Vorliebe an Gräben, in trockengelegtem Schlamm sowie auf feuchter Erde und Äckern an.

Eine Reihe der meist nur wenige Arten zählenden Gattungen hat auch in Deutschland Vertreter, so z. B. Ephemerum und Ephemerilla, die Schwind-Moose, Nanomitrium, das Zwerghauben-Moos, Physcomitrium und Physcomitrella, die Blasenhauben-Moose, Pyramidula, das Pyramidenhauben-Moos, kleine Pflänzchen mit aufrechten Kapseln. Die einzige sehr artenreiche, etwa 170 Spezies umfassende Gattung ist die durch überhängende Kapseln ausgezeichnete Funaria, das Dreh-Moos, deren häufigste Art die auf Äckern und torfigen Wiesen, in Gärten, an Straßenrändern, in Mauerritzen und Flußbetten über die ganze Erde verbreitete F. hygrometrica, das wetteranzeigende Dreh-Moos (Abb. 42, R), ist. Es ist dies eins der gemeinsten Moose überhaupt und verdankt seinen Namen der stark hygroskopischen Eigenschaft seiner Kapselstiele, die sich bei zunehmender Luftfeuchtigkeit strickförmig zusammendrehen.

Die Familie der **Schistostegaceae** oder **Spaltdeckel-Moose** besteht nur aus der

Gattung Schistostega, deren einzige Art, Sch. osmundacea, das **königsfarnähnliche Spaltdeckel-Moos** (Abb. 42, S), in ihrem sterilen Zustande gestielten Farnwedeln ähnelt, während die fertilen Zweige fünfreihig gestellte Blättchen tragen.

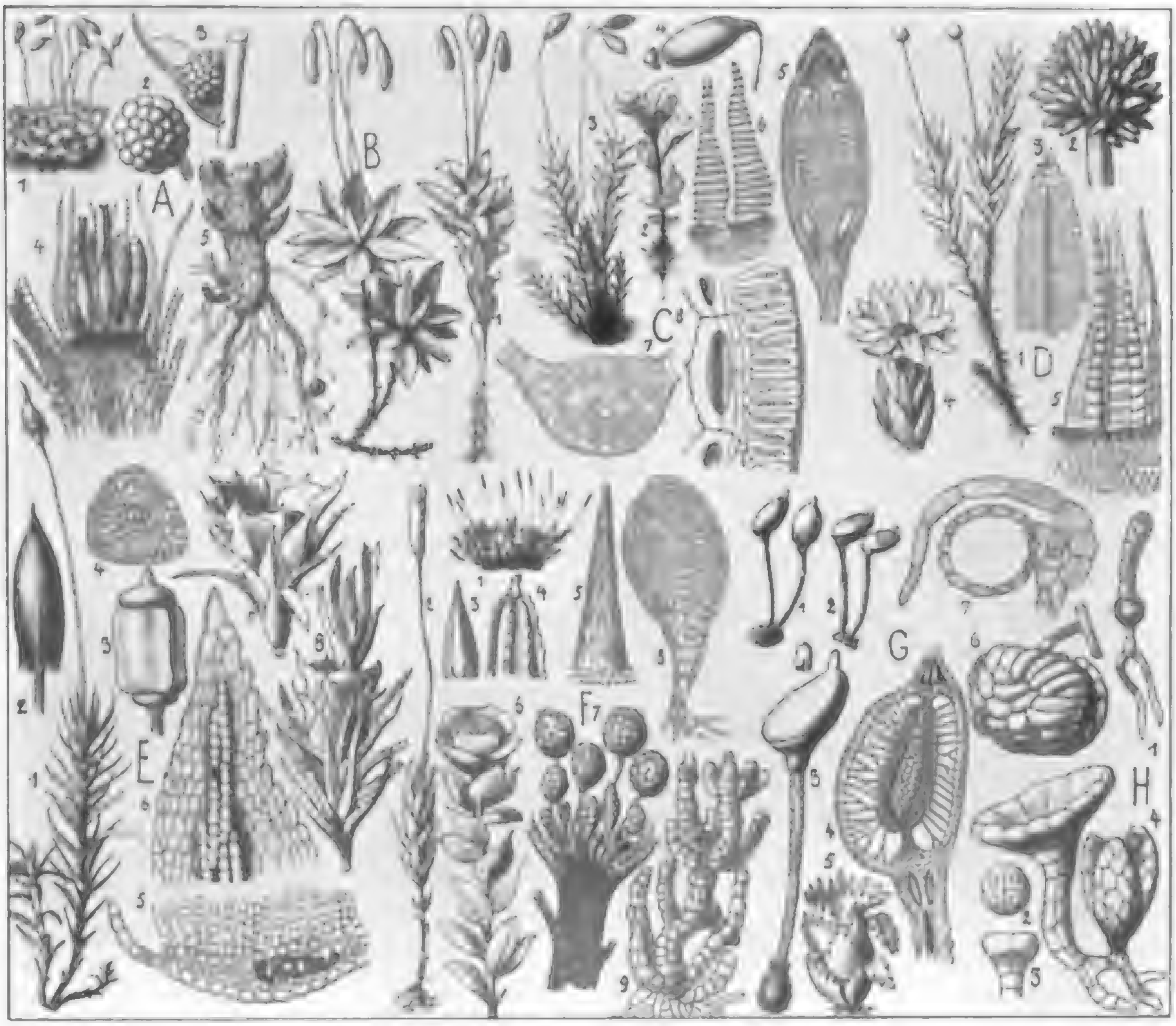


Abb. 43: Laubmoose (Musci) III.

A) 1) Bryum caespiticium, fruchtende Pflanzen in natürlicher Größe; 2), 3) B. erythrocarpum, Brutkörperchen, vergr.; 4) B. bimum, zwitteriger Geschlechtsspross im Längsschnitt, vergrößert; 5) B. argenteum, Rhizoiden und protonemaartiger Wurzelausschlag, vergrößert.
B) Rhodobryum roseum, fruchtende Pflanze, natürl. Größe.
C) 1) Mnium speciosum, fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) M. punctatum, Pflanze in natürl. Größe; 3)–8) M. hornum: 3) fruchtende Pflanze in natürl. Größe; 4) Kapsel, vergrößert; 5) Kapsel im Längsschnitt, vergrößert; 6) Peristomzähne, vergr.; 7) Blattquerschnitt, vergr.; 8) Querschnitt durch ein Stück der Kapselwand.
D) 1)–3) Aulacomnium androgynum: 1) Fruchtende Pflanzen, natürl. Große; 2) Brutkörperchen, vergrößert; 3) Blattspitze, vergrößert; 4) A. turgidum, männlicher Geschlechtsspross, vergrößert; 5) A. heterostichum, Peristomzähne.
E) 1)–5) Polytrichum commune: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapsel mit Haube, vergr.; 3) Kapsel ohne Haube, vergr.; 4) Durchschnitt durch den Kapselstiel, vergrößert; 5) Querschnitt des Blattes, vergr.; 6) Catharinaea undulata, Blattspitze, vergrößert; 7), 8) Polytrichum alpinum: 7) männlicher Geschlechtsspross, vergrößert; 8) derselbe, durchwachsen, vergrößert.
F) Georgia pellucida: 1) Fruchtende Pflanzen, nat. Größe; 2) eine Pflanze, vergrößert; 3) Haube, vergrößert; 4) Spitze der Haube, vergr.; 5) Peristomzahn; 6) Pflanze mit Brutkörperchen, vergr.; 7) Brutkörperchen, vergr.; 8) Flächenvorkeim, vergrößert; 9) Vorkeimbäumchen, vergrößert.
G) Buxbaumia aphylla: 1) Fruchttragende Pflanze, nat. Größe; 2) dieselbe, nach Ausstoßen der Sporen; 3) dieselbe, vergr.; 4) Sporogon im Längsschnitt, vergrößert; 5) steriles Pflänzchen, vergr.; 6) männl. Pflänzchen, vergr.; 7) dasselbe im Längsschnitt, vergrößert.
H) Webera foliosa: 1) Keimende Spore, vergrößert; 2) Spitze des jungen Vorkeimes von oben, vergr.; 3) derselbe, von der Seite, vergr.; 4) erwachsener Vorkeim mit Knospe, vergrößert.

Das Moos wächst in Mitteleuropa und in Nordeuropa in Erdhöhlen und Felsklüften und bildet einen oberirdischen, auch Brutkörper entwickelnden Vorkeim, wegen dessen intensiven Leuchtens der Pflanze der Name **Leucht-Moos** gegeben wurde. Das Leuchten beruht auf Reflexen der durch die linsenförmigen Zellwände gesammelten und den Chlorophyllkörnern der Rückwand zugeleiteten Lichtstrahlen.

Die kleine Familie der **Drepanophyllaceae**, deren Angehörige sichelförmige, am Grunde stengelumfassende Blätter haben, sowie die der **Mitteniaceae** mögen nur nebenher erwähnt werden, da sie in Deutschland nicht vertreten sind; desgleichen die Familie der **Leptostomaceae**, welche die südliche Hemisphäre bewohnt, die der **Rhizogoniaceae**, die gleichfalls in Europa nicht vorkommt, sowie die in der Südsee wachsende Familie der **Calomniaceae**.

Die Familie der **Bryaceae** oder **Knoten-Moose** ist eine zwar nicht nach der Zahl der Gattungen, wohl aber nach der Zahl der Arten sehr große Gruppe. Ihre Mitglieder sind rasenförmig wachsende Moose mit fadenförmigen Paraphysen an den knospenförmigen männlichen Geschlechtssprossen und langgestielten, meist geneigten oder überhängenden Kapseln, deren Mundbesatz gewöhnlich doppelt ist. Die Zellen des oberen Teiles der Blätter sind länglich und haben keine Papillen.

Hierher gehört die mit etwa 60 Arten meist Gebirge bewohnende und zwar besonders in Amerika häufige Gattung Mielichhoferia oder Mielichhofers-Moos, von der in Deutschland M. nitida als alpines Felsenmoos bekannt ist. Über 100 Arten zählt die über die ganze Erde verbreitete Gattung Pohlia oder Pohls-Moos, die auch vielfach als Webera bekannt ist und mehrere deutsche Arten hat, z. B. die vielgestaltige, auch noch in Spitzbergen, Feuerland und Neuseeland wachsende P. nutans. Die Gattung Brachymenium oder Kurzhaut-Moos ist mit über 100 Arten fast ausschließlich auf die wärmeren Gegenden beschränkt, während die über 600 Arten zählende Gattung Bryum oder Knoten-Moos, wohl die artenreichste Laubmoosgattung, über die ganze Erde verbreitet ist und auch mehrere kosmopolitische Arten umfaßt, z. B. das auch in Deutschland auf feuchtem Boden häufige B. caespiticium, das rasige Knoten-Moos (Abb. 43, A 1), sowie B. argenteum, das silberfarbene Knoten-Moos (Abb. 43, A 5). Recht stattliche Formen, die durch die Größe der Blätter an die Gattung Mnium erinnern, hat die Gattung Rhodobryum oder Rosen-Moos aufzuweisen. Sie findet sich auf schattigem, feuchtem Erdboden auf großen Teilen der Erde in etwa 40 Arten, von denen in Deutschland nur das besonders in Wäldern häufige Rh. roseum, das rosenrote Rosen-Moos (Abb. 43, B), vorkommt.

Die Familie der **Mniaceae** oder **Stern-Moose** hat fünf bis sechs Gattungen, die bis auf Mnium alle nur wenige oder einzelne Arten umfassen. Sie unterscheidet sich von den Bryaceae durch keulige Paraphysen der hier scheibenförmigen männlichen Geschlechtssprosse sowie durch die mehr gleichseitigen Zellen der Blattspitzen.

Die über die ganze Erde verbreitete, meist von Sumpf-, Erd- und Felsmoosen gebildete Gattung Mnium oder Stern-Moos zählt über 70 Arten, darunter viele Formen mit breiten, oft gezähnten, nach oben zu Rosetten bildenden Blättern (Abb. 43, C 1, 2). Am häufigsten ist in Deutschland auf feuchtem, schattigem Boden M. hornum, das heurige Stern-Moos (Abb. 43, C 3), das auch in Nordeuropa und Amerika oftmals massenhaft auftritt. Typische tiefrasige Sumpfmoose sind die Arten der namentlich auf den nordischen Fjelden verbreiteten Gattung Cinclidium oder Gitterkuppel-Moos, von der C. stygium auch in Mitteleuropa in der Ebene und auf den Gebirgen vorkommt.

Die kleine, nur zwei Gattungen enthaltende Familie der **Aulacomniaceae** oder **Streifenstern-Moose** hat papillöse, rundliche Blattzellen und gestreifte oder gefurchte Kapseln sowie fadenförmige, nackte Sprosse mit kopfig gehäuften Brutkörperchen (Abb. 43, D 2). In Deutschland ist die Gattung Aulacomnium oder Streifenstern-Moos (Abb. 43, D) an schattigen Orten verbreitet, und zwar besonders A. turgidum, das gedunsene Streifenstern-Moos.

Die Familie der **Meeseaceae** oder **Meeses-Moose** ist eine nordische, die Torfmoore und Sümpfe bewohnende Gruppe, die sich durch derbe Blattzellen und kürzeres äußeres Peristom auszeichnet. Sie hat nur drei Gattungen, von denen Paludella, das Sumpf-Moos, und Amblyodon, das Stumpfzahn-Moos, nur aus je einer Art bestehen; beide sowie Meesea oder Meeses-Moos kommen auch in Deutschland in mehreren Arten vor.

Die Familie der **Catascopiaceae** oder **Nick-Moose** enthält nur die eine Art Catascopium nigritum, eine auf der nördlichen Hemisphäre weitverbreitete, feuchten Boden bewohnende Moosart.

Die Familie der **Bartramiaceae** oder **Bartrams-Moose** umfaßt 18 Gattungen, rasenbildende Moose mit schmalen, oberseits papillösen Blättern und kugeligen, schiefen, gerieften Kapseln, deren inneres Peristom kürzer ist. Von Bedeutung sind die Gattungen Bartramia oder Bartrams-Moos mit etwa 100 und Philonotis oder Feuchtgrund-Moos mit etwa 200 Arten, die beide auch in Deutschland vertreten sind, erstere z. B. durch die kosmopolitische B. pomiformis, letztere durch die an quelligen Plätzen weitverbreitete Ph. fontana.

Die eine, erdbewohnende Gattung Timmia oder Timms-Moos der Familie der **Timmiaceae** oder **Timms-Moose** ist durch das knotig-fädige innere Peristom gekennzeichnet. Sie kommt in der nördlichen gemäßigten und kalten Zone vor und hat in Deutschland mehrere Vertreter.

Die Familie der **Weberaceae** oder **Blasen-Moose**, die gleichfalls nur von einer Gattung erdbewohnender Moose gebildet wird, hat zweierlei Blätter. Die unteren sind zungenförmig und stumpf, die oberen, größeren an der Spitze gefranst und lang begrannt. Diese hüllen die sitzende, schief kegelförmige Kapsel ein, die ein doppeltes Peristom und eine sehr kleine, nur den Deckel bedeckende Haube trägt.

Von den 13 Arten der Gattung Webera oder Blasen-Moos (früher Diphyscium genannt) bewohnen die meisten die Tropen. In Deutschland wächst an offenen Stellen, Heiden, Wegerändern, lichten Wäldern und Abhängen die auch bis Nordamerika verbreitete Webera sessilis (Diphyscium foliosum), die eigenartige pilzförmige Vorkeime (Abb. 43, H 4) hat.

Die Familie der **Buxbaumiaceae** oder **Buxbaums-Moose** entwickelt einen oberirdischen, von grünen Fäden gebildeten Vorkeim. An diesem sitzen die fast mikroskopisch kleinen, nur aus einem einzigen, ein gestieltes kugeliges Antheridium umhüllenden muschelförmigen Blättchen bestehenden männlichen Geschlechtssprosse (Abb. 43, G 6, 7). Die weiblichen Sprosse sind größer, tragen aber auch an ihrem 1 mm langen Stengel nur wenige, allein am Grunde grüne, am Rande gelappte einschichtige, rippenlose Blättchen (Abb. 43, G 5). Ihre Randzellen wachsen später zu langen Fäden aus, welche die Basis des Pflänzchens als dichtes Filzwerk umhüllen (Abb. 43, G 3) und wohl als Saugorgan dienen. Die langgestielte Kapsel trägt eine ganz kleine, nur den Deckel umgebende Haube.

Die Mitglieder der einen Gattung Buxbaumia oder Buxbaums-Moos sind einzeln wachsende, häufig aber herdenweise auftretende kleine erdbewohnende Moose mit großen, schief-eiförmigen Kapseln und doppeltem Peristom; das Endostom bildet eine häutige, längsgefaltete Röhre. Zwei Arten, B. aphylla, das blattlose Buxbaums-Moos (Abb. 43, G), und B. indusiata, sind in der nördlichen gemäßigten Zone weit verbreitet, aber nirgends häufig, erstere auf Waldboden, letztere an morschem Holz. Eine dritte Art ist auf Nordamerika, eine vierte auf Java beschränkt, wo sie an Bäumen wächst.

Die Familie der **Georgiaceae** oder **Vierzahn-Moose** enthält kleine rasenbildende Moose, die ein nur vierzähniges Peristom der aufrechtstehenden symmetrischen Kapseln haben (Abb. 43, F 2, 5).

Von den zwei Gattungen ist Georgia (Tetraphis), das Georgs-Moos, mit der in der nördlichen gemäßigten Zone weitverbreiteten Art G. pellucida, der durchscheinenden Georgie (Abb. 43, F 1), in Deutschland an schattigen Stellen, namentlich an morschem Holz, sowie auf Torfboden und nichtkalkigen Felsen häufig und durch die blattartigen und baumförmigen Assimilationsorgane des Vorkeimes (Abb. 43, F 8, 9) sowie die eigenartigen Brutkörperstände (Abb. 43, F 6, 7) gekennzeichnet. Die zweite Gattung, Tetrodontium oder Vierzahn-Moos, bewohnt mit ihrer einzigen Art Mittel- und Nordeuropa sowie Nordamerika und findet sich in Deutschland nur zerstreut in

den Berglandschaften in kalkfreien Felshöhlen und unter Felsblöcken.

Die Familie der **Polytrichaceae** oder **Widerton-Moose** hat zwar nur zehn meist artenarme Gattungen, spielt aber in Deutschland doch eine sehr bedeutende Rolle durch das massenhafte und gesellige Auftreten mancher Arten. Es sind meist stattliche rasenbildende Pflanzen mit konzentrischen Leitbündeln und derben, oberseits Lamellen tragenden Blättern (Abb. 43, E 5, 6). Die langgestielten Kapseln (Abb. 43, E 3) sind häufig häutig und mit einem einfachen, aus 16, 32 oder 64 zungenförmigen Zähnen bestehenden Peristom versehen. Die Hauben sind gewöhnlich mützenförmig und behaart (Abb. 43, E 2).

Am wichtigsten ist die über 100 Arten umfassende Gattung Polytrichum oder Widerton-Moos, auch Filzmütze oder Haar-Moos genannt, die mit 13 Arten in Europa vertreten ist. Am häufigsten ist das kosmopolitische P. commune, das gemeine Widerton-Moos (Abb. 43, E 1), das $^1/_2$ m lang werden kann und somit das größte Moos Europas darstellt. Es bewohnt Wälder, Heiden und Torfmoore. Weit verbreitet sind auch, namentlich auf Heide, P. juniperinum, das Wacholder-Widerton-Moos, und P. piliferum, das haartragende Widerton-Moos.

Gleichfalls ziemlich artenreich ist die durch stielrunde Kapseln und filzige Hauben gekennzeichnete Gattung Pogonatum oder Barthauben-Moos, die aber in Europa nur fünf Vertreter zählt, besonders die auf Heide wachsenden P. aloides, urnigerum und nanum; letzteres ist ein Kosmopolit. Die in den gemäßigten Zonen der Erde verbreitete Gattung Catharinaea (oder Atrichum), das Ohnhaar-Moos, ist in Deutschland durch die besonders in lichten Laubwäldern und auf Heiden gemeine C. undulata vertreten, Oligotrichum, das Wenighaar-Moos, ist mehr tropisch, Psilopilum, das Glatthaar-Moos, bewohnt die südlichen Kontinente und antarktischen Inseln, mit einzelnen Arten aber auch das Arktikum. Noch merkwürdiger ist die Verbreitung der stattlichen Gattung Lyellia oder Lyells-Moos (Abb. 44, B), deren eine Art auf dem Himalaja und in Yünnan wächst, während die andere die Azoren und vielleicht sogar Grönland bewohnt. Durch einen Schopf langer Äste auf einem langen Stamm erhält die Gattung Dendroligotrichum, das Wenighaar-Moos (Abb. 44, C),

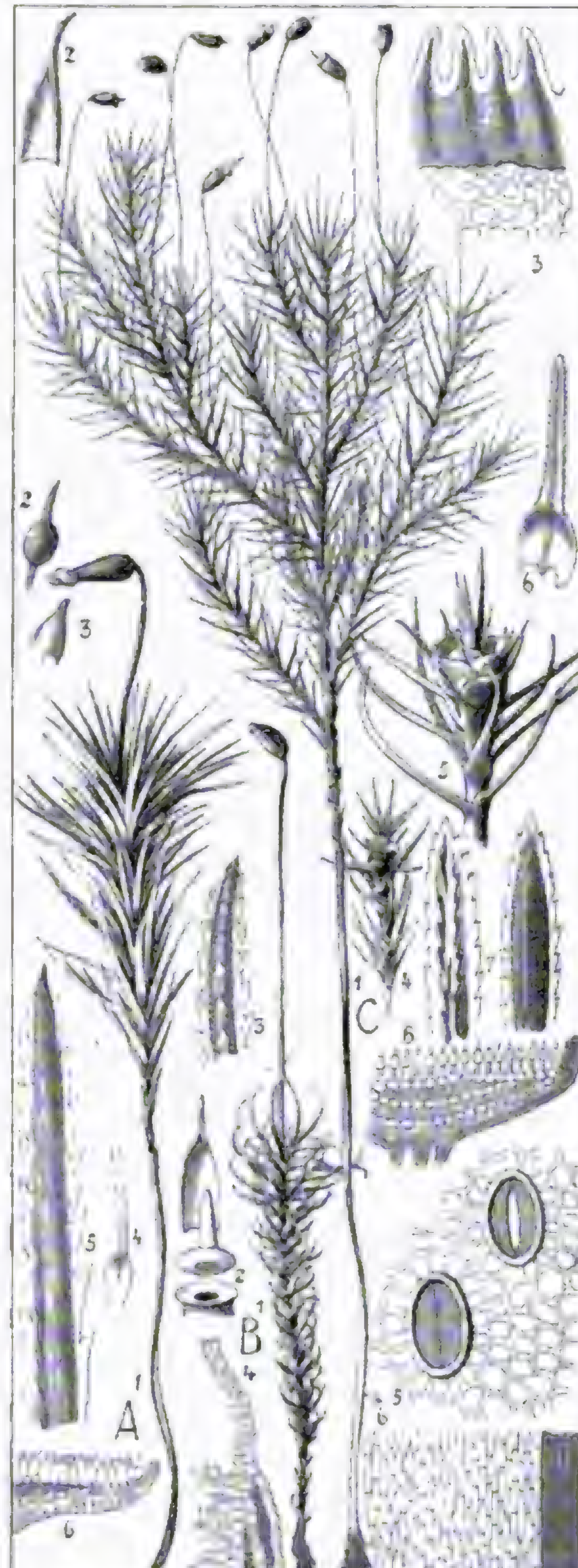


Abb. 44: Laubmoose (Musci) IV.

A) Dawsonia superba: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapsel mit Deckel; 3) Haube; 4) Stengelblatt; 5) Blattspitze, vergrößert; 6) Blattquerschnitt, vergrößert.
B) Lyellia crispa: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapseldeckel u. Haube; 3) Blattspitze, vergr.; 4) Blattquerschnitt, vergr.; 5) Kapselwand mit Spaltöffnung, vergr.; 6) Blattbasis, vergr.
C) Dendroligotrichum dendroides: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Haube; 3) Peristom; 4) männliche Blüte; 5) dieselbe, vergrößert; 6) Stengelblatt, vergrößert; 7) Spitze desselben, vergrößert; 8) Blattquerschnitt, vergrößert.

einen baumartigen Habitus. Ihre einzige Art D. dendroides, das baumartige Wenighaar-Moos, wächst an der Südspitze Südamerikas und gleichzeitig in Neuseeland, ein Beispiel der antarktischen Zirkumpolarität mancher Pflanzen.

Auf Australien, Neuseeland und einige Gebirge Neuguineas und Borneos angewiesen ist die neuerdings als Familie der **Dawsoniaceae** abgetrennte stattliche Gattung Dawsonia oder Dawsons-Moos (Abb. 44, A), deren Blätter bis $3^1/_2$ cm lang werden, also wohl die größten Moosblätter sind.

Ordnung 2:
Pleurocarpi oder Seitenfrucht-Laubmoose.

Die Ordnung der Seitenfrucht-Laubmoose hat blattachselständige Archegonien, die entweder am Hauptstengel oder an den Ästen sitzen.

Die Familie der **Hedwigiaceae** oder **Hedwigs-Moose** setzt sich aus einer Reihe meist kleinerer Gattungen zusammen, die als Felsen- und Rindenmoose über die ganze Erde verbreitet sind. Es sind größtenteils starre, glanzlose, dicht achtreihig beblätterte Moose vom Bärlapphabitus mit aufrechten, symmetrischen Kapseln ohne Peristom und mützen- oder kappenförmigen Hauben.

Ein in Europa überaus gemeines Moos ist die fast kosmopolitische, zur Gattung Hedwigia oder Hedwigs-Moos gehörende H. albicans, das weißliche Hedwigs-Moos (Abb. 45, C), deren hohle Blätter mit Papillen bedeckt sind (Abb. 45, C 3), während die Perichätialblätter am Rande der Spitze lange Wimpern tragen (Abb. 45, C 4). Das Moos wächst auf Steinen und Felsen aller Art, auch zuweilen auf Dächern.

Die Familie der **Fontinalaceae** oder **Quell-Moose** umfaßt sechs über die ganze Erde verbreitete Gattungen im Wasser flutender Moose. Ihre Stengel sind meist lang und verzweigt, die aufrecht sitzenden symmetrischen Kapseln haben ein doppeltes Peristom, dessen innere Reihe ein zusammenhängendes Gitterwerk bildet.

Zahlreiche Arten hat nur die Gattung Fontinalis, deren über die ganze nördliche gemäßigte Zone sich ausdehnende Art F. antipyretica, das fieberheilende Quell-Moos (Abb. 45, D), in Deutschland in fließenden und stehenden Gewässern, sogar in Brunnen und Wassertrögen gemein ist. Im Hochgebirge findet sich in Europa ferner noch eine Art der Gattung Dichelyma.

Die Familie der **Climaciaceae** oder **Leiter-Moose** enthält einige gesellig lebende Sumpfmoose. Es sind stattliche Formen mit unterirdisch kriechendem, rhizomartigem Hauptstengel und zweigestaltigen, die Äste dicht bedeckenden Blättern. Die aufrechte Kapsel hat ein doppeltes Peristom, die Zähne des äußeren sind am Grunde miteinander verwachsen (Abb. 45, J 3). Am häufigsten ist das auf Wiesen und Sümpfen bei uns verbreitete Climacium dendroïdes, das baumförmige Leiter-Moos (Abb. 45, J 1).

Die kleine Familie der **Cryphaeaceae** oder **Schleier-Moose** besteht aus rindenbewohnenden Moosen mit eingesenkten Kapseln, rauhen, kegelförmigen Hauben, papillösen äußeren und schmalen bis fadenförmigen inneren Peristomzähnen. Die über 50 Arten umfassende Gattung Cryphaea oder Schleier-Moos ist größtenteils amerikanisch, C. arborea ist aber im Westen des südlichen und mittleren Europa an Bäumen recht verbreitet.

Die Familie der **Leucodontaceae** oder **Weißzahn-Moose** wird von lockerrasigen, glänzenden, Felsen und Bäume bewohnenden Moosen gebildet, deren Kapseln glatte, kappenförmige Hauben haben, und deren inneres Peristom meist rudimentär ist. Die Blattrippe ist häufig doppelt.

Die größtenteils asiatische, durch langgestielte Kapseln gekennzeichnete Gattung Leucodon oder Weißzahn-Moos hat einen Vertreter in Europa, L. sciuroides, ein an rissigen Rinden und trockenen Felsen sowie Mauern gemeines, aber selten fruchtendes, häufig durch Brutzellen wie bestäubt und durch büschelige Kurztriebe struppig aussehendes, auch in Asien und Nordamerika verbreitetes Moos. Die kleine

Gattung Antitrichia oder Widerhaar-Moos hat ebenfalls in Deutschland einen Vertreter, A. curtipendula, ein in Europa und Nordamerika verbreitetes reichverzweigtes Baummoos mit langgestielten Kapseln.

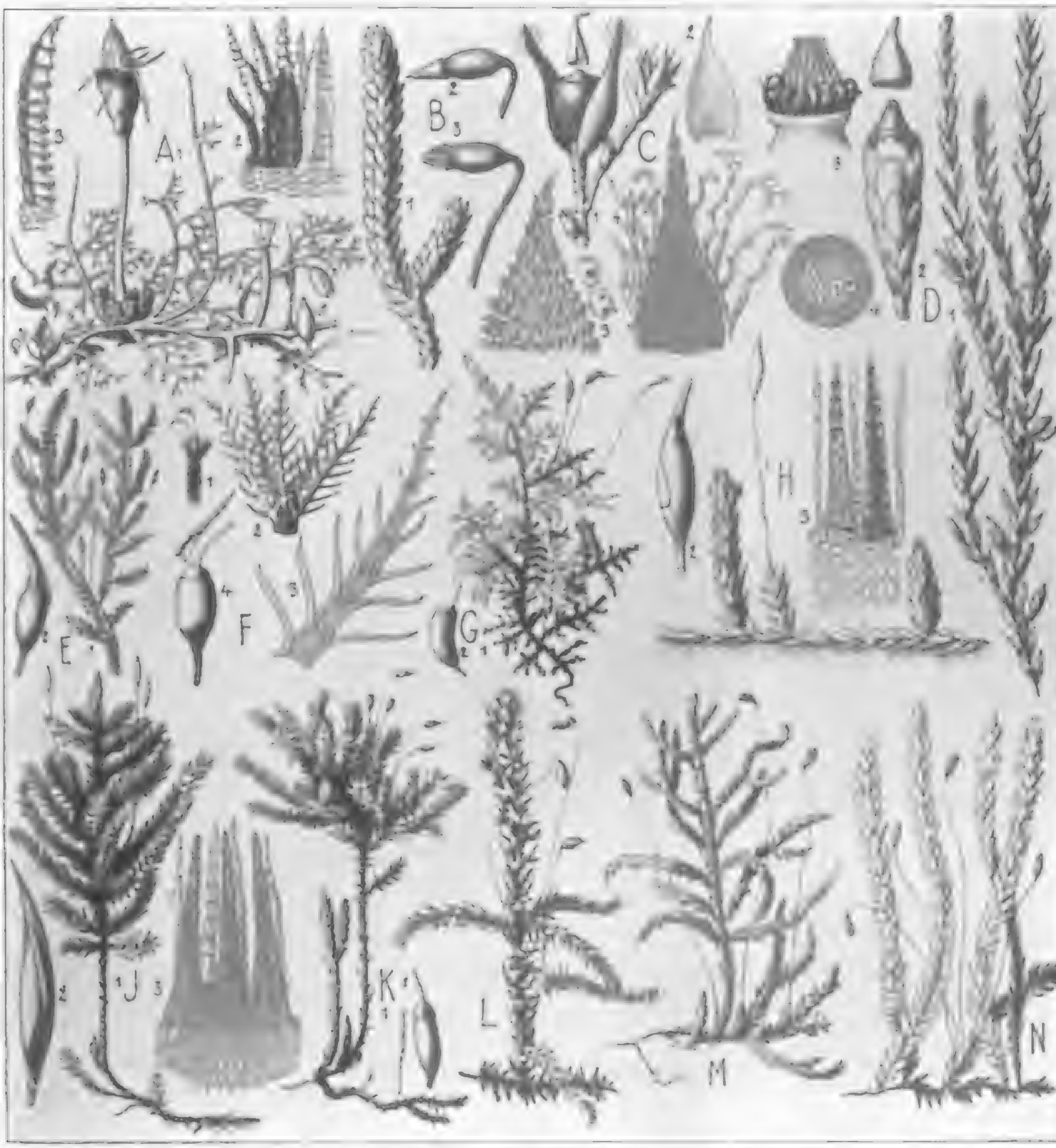


Abb. 45: Laubmoose (Musci) V.

A) Ephemeropsis tjibodensis: 1) Pflanze mit Frucht, männlichen und weiblichen Blüten sowie Brutknospen, vergr.; 2), 3) Peristomzähne, vergr.
B) Pterigophyllum lucens: 1) Pflanze, natürliche Größe; 2), 3) Kapsel mit und ohne Haube und Deckel.
C) Hedwigia albicans: 1) Fruchttragender Sproß, vergr.; 2) Haube; 3) Blattspitze, vergr.; 4) Perichätialblattspitze, vergr.
D) Fontinalis antipyretica: 1) Habitus, natürliche Größe; 2) Kapsel, vergrößert; 3) Peristomium, vergrößert; 4) Querschnitt durch den Kapselstiel, vergrößert.
E) Neckera pennata: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapsel, vergrößert.
F) Fabronia sphaerocarpa: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Stengelstück mit bewimperten Blättern, vergrößert; 3) Blattspitze, vergrößert; 4) Kapsel, vergrößert.
G) Thuidium tamariscinum: 1) Fruchtende Pflanze, natürl. Größe; 2) Kapsel, vergrößert.
H) Platygyrium repens: 1) Fruchtende Pflanze, natürliche Größe; 2) Kapsel, vergrößert; 3) Peristomzähne, vergrößert.
J) Climacium dendroides: 1) Fruchtende Pflanze, natürliche Größe; 2) Kapsel, vergrößert; 3) Peristomzähne, vergrößert.
K) Thamnium alopecurum: 1) Fruchtende Pflanze, natürliche Größe; 2) Kapsel, vergrößert.
L) Rhytidiadelphus triqueter, fruchtende Pflanze, natürliche Größe.
M) Hypnum Schreberi, fruchtende Pflanze, natürl. Größe.
N) Plagiothecium undulatum, fruchtende Pflanze, natürliche Größe.

Zahlreiche kleine, nur die wärmeren Gegenden bewohnende Familien, wie die Prionodontaceae, die Erpodiaceae, die Spiridentaceae, die Cyrtopodaceae, die Echinodiaceae,

die Ptychomniaceae, die Myuriaceae, die Sorapillaceae, die Lepyrodontaceae, die Pleurophascaceae, die Pilotrichaceae, die Helicophyllaceae, die Rhacopilaceae, mögen hier nur dem Namen nach erwähnt werden.

Die Familie der **Neckeraceae** oder **Neckers-Moose** besteht aus oftmals großen und lebhaft gefärbten, meist dichtbeblätterten, Bäume und Felsen bewohnenden Moosen, deren nicht längsgefurchte Blätter manchmal zweizeilig angeordnet sind. Die aufrechten, symmetrischen Kapseln haben ein doppeltes Peristom und nackte oder behaarte Kappen oder mützenförmige Hauben. Es sind meist Tropenbewohner, oft vom Habitus der Bärlappgewächse.

In Deutschland ist die große, über 100 Arten zählende, weitverbreitete Gattung Neckera oder Neckers-Moos in einigen Arten vertreten, vor allem die an Buchenstämmen häufige N. pennata, das gefiederte Neckers-Moos (Abb. 45, E), ferner die Gattung Homalia oder Ebenblatt-Moos durch H. trichomanoides, eine in schattigen Wäldern an Steinen und Baumwurzeln angesiedelte Art, endlich die Gattung Thamnium oder Strauch-Moos, z. B. durch Th. alopecurum (Abb. 45, K).

Die Familie der **Lembophyllaceae** oder **Hohlblatt-Moose** hat hohle, glatte Blätter, kahle, kappenförmige Hauben und doppeltes Peristom mit weit vortretender Grundhaut, breiten Zähnen und gutentwickelten Wimpern. In Deutschland findet sich Isothecium myusuroïdes, das Gleichkapsel-Moos, an Baumwurzeln und Felsen.

Die Familie der **Entodontaceae** oder **Innenzahn-Moose** umfaßt zahlreiche sowohl in den wärmeren Gegenden als in der gemäßigten Zone verbreitete Gattungen. Es sind lockerrasige Moose mit kriechenden und dichtbeblätterten Stengeln, deren Blätter an der Spitze oder in der Mitte gestreckte Zellen enthalten. Die symmetrische Kapsel trägt eine kappenförmige Haube und hat ein doppeltes Peristom.

Platygyrium repens, das Breitring-Moos (Abb. 45, H), ist ein in Deutschland hauptsächlich in den Alpen häufiges Moos, das nicht nur Baumstämme bewohnt, sondern auch auf Planken, Stroh- und Holzdächern sowie auf Kieselsteinen gedeiht. Auch Vertreter der Gattungen Pterigynandrum, Orthothecium, Entodon, Pylaisia usw. kommen in Deutschland vor.

Die Familie der **Fabroniaceae** oder **Fabronis-Moose** setzt sich aus einer Reihe meist tropischer Gattungen von zwergigem, doch rasigem Wuchs mit allseitig beblätterten Stengeln und gestielten, symmetrischen Kapseln zusammen. In unseren Bergwäldern findet sich Anacamptodon splachnoïdes, das Biegzahn-Moos, in Astlöchern sehr zerstreut, und auch die Gattungen Habrodon, Helicodontium sowie Fabronia (Abb. 45, F) haben einzelne Vertreter in Europa.

Die Familie der **Nematoceae** oder **Borstenzweig-Moose** enthält nur eine einzige Art, Ephemeropsis tjibodensis, das Borstenzweig-Moos (Abb. 45, A).

Dieses ist ein sehr merkwürdiges, in javanischen Gebirgswaldungen wachsendes Pflänzchen, das mit verzweigten Vorkeimfäden auf Blättern hinkriecht, indem es sich mittels wurzelartiger Haftorgane (Hapteren) dort befestigt; in die Höhe ragende, in einer Borste endende, verzweigte Äste des Vorkeimes vertreten die Assimilationsorgane. Auf diesem Vorkeim erheben sich die kleinen knospenförmigen Geschlechtssprosse, ferner sichelförmige Brutknospen sowie die langgestielten Sporogone, die ein doppeltes Peristom (Abb. 45, A 2, 3) und ein gewimpertes Häubchen tragen.

Die Familie der **Hookeriaceae** oder **Hookers-Moose** umfaßt zahlreiche, besonders in den Tropen an Bäumen lebende Gattungen, deren Blätter vier- bis achtreihig stehen und häufig etwas abgeflachte Sproßsysteme bilden, die oft bärlappartiges Aussehen haben.

Artenreich ist die mehr auf die südliche Hemisphäre beschränkte Gattung Distichophyllum oder Zweizeilblatt-Moos. Die Gattung Pterigophyllum oder Flügelblatt-Moos hat auch einen Vertreter, P. (Hookeria) lucens, das schimmernde Flügelblatt-Moos (Abb. 45, B), in Europa und Nordamerika; es findet sich in Deutschland an starkbeschatteten quelligen Stellen der Berg- und Voralpenregion.

Die kleine Familie der **Hypopterygiaceae** oder **Bauchblatt-Moose** hat eine charakteristische Beblätterung, indem den zwei oberen Blattreihen eine untere, aus kleineren Blättern gebildete gegenübersteht. Die Gattung Hypopterygium oder Bauchblatt-Moos bewohnt mit etwa 70 Arten die wärmeren Gegenden.

Die Familie der **Leskeaceae** oder **Leskes-Moose** enthält zahlreiche Gattungen Rasen oder Polster bildender, meist stattlicher Moose, deren Stengel allseitig glanzlose, papillöse Blätter tragen. Die gestielten, gewöhnlich aufrechten und symmetrischen Kapseln haben ein doppeltes Peristom und eine kappenförmige Haube.

Zu den Leskes-Moosen gehören zahlreiche artenreiche, sowohl in den Tropen als auch in der gemäßigten Zone verbreitete Gattungen, darunter die Gattung Anomodon oder Ungleichzahn-Moos, von der einige Arten, z. B. A. viticulosus und attenuatus, in Deutschland an alten Baumstämmen und auf feuchtem beschatteten Boden auftreten, ferner die Gattung Leskea oder Leskes-Moos, von der gleichfalls einige Arten in Deutschland vorkommen, so L. nervosa an Baumstämmen und Felsen. Auch von Pseudoleskea, dem falschen Leskes-Moos, findet sich eine Art, P. atrovirens, in deutschen Gebirgen. Besonders bekannt ist aber die große und auch in den Tropen weitverbreitete Gattung Thuidium oder Lebensbaum-Moos, von der mehrere Arten, z. B. Th. tamariscinum, das tamariskenartige Lebensbaum-Moos (Abb. 45, G), und Th. abietinum, in unseren Wäldern, Th. delicatulum auf Grasplätzen häufig sind.

Die Familie der **Hypnaceae** oder **Ast-Moose** enthält stattliche Moosen mit kriechenden, niederliegenden oder aufsteigenden, oft Ausläufer treibenden Stengeln; die Stengel- und Astblätter sind häufig verschieden und bestehen aus verlängerten, meist glatten, an den Blattflügeln andersgestalteten Zellen.

Die Familie zerfällt in vier Unterabteilungen, je nachdem die Stengel- und Astblätter verschieden sind, die Blattrippe einfach oder doppelt, der Deckel geschnäbelt ist oder nicht. Früher wurden die meisten Arten zu der einen Gattung Hypnum oder Ast-Moos gerechnet. Jetzt beschränkt sich dieser Name auf H. Schreberi (Abb. 45, M), ein in Deutschland in den Wäldern, namentlich unter Kiefern, überaus häufiges Moos. Andere sehr häufige Waldmoose sind Rhytidiadelphus (Hylocomium) triqueter, das dreikantige Wald-Moos (Abb. 45, L), sowie Hylocomium proliferum (splendens), das glänzende Wald-Moos. Baumstämme und Felsen bewohnt als gleichfalls gemeines Moos Stereodon (Hypnum) cupressiformis, das zypressenartige Starrzahn-Moos, Holz und Stein das Stumpfdeckel-Moos, Amblystegium riparium und serpens, nasse Kalkfelsen das Starknerv-Moos, Cratoneuron (Hypnum) commutatum, und das Kamm-Moos, Ctenidium (Hypnum) molluscum, Sümpfe die Sichelzweig-Moose, Drepanocladus (Hypnum) scorpidioides und fluitans, sowie das zugespitzte Gipfelzweig-Moos, Acrocladium (Hypnum) cuspidatum. Durch verflacht beblätterte Äste ist die Gattung Plagiothecium oder Schiefbüchsen-Moos gekennzeichnet, deren Arten P. undulatum, das wellige Schiefbüchsen-Moos (Abb. 45, N), und P. denticulatum in Deutschland auf Waldboden häufig sind.

Während die Familien der **Leucomiaceae, Sematophyllaceae, Rhegmatodontaceae** und **Hypnodendraceae** von geringer Bedeutung sind, ist die Familie der **Brachytheciaceae** oder **Kurzbüchsen-Moose** in zahlreichen Gattungen in Deutschland verbreitet. Ihre Mitglieder sind rundblätterige, lockerrasige, seidigglänzende Moose mit kriechenden Stengeln und geneigten Kapseln mit doppeltem, gleichlangem Peristom.

Sie bewohnen teilweise den Waldboden, so Scleropodium (Hypnum) purum, das reine Rauhstiel-Moos, Eurhynchium striatum, das gestreifte Schönschnabel-Moos, Cirriphyllum (Eurhynchium) piliferum, das haarige Rollblatt-Moos, teilweise offene Stellen, Grasplätze z. B. Camptothecium lutescens, das gelbliche Krummbüchsen-Moos, sandige Plätze Brachythecium albicans, das weißliche Kurzbüchsen-Moos, Sümpfe Camptothecium nitens, das glänzende Krummbüchsen-Moos. Andere sitzen wieder an Rinde, Felsen oder Mauern, z. B. Homalothecium sericeum, das seidige Geradkapsel-Moos, Brachythecium-Arten usw.

Unterabteilung b:

Pteridophyta oder Farnartige Gewächse.

Die zweite große Unterabteilung der Archegoniaten umfaßt die Farne, Schachtelhalme, Bärlappgewächse sowie die ausgestorbene Klasse der Sphenophyllaceae und unterscheidet sich von der Unterabteilung der Moosgewächse im wesentlichen dadurch, daß hier der Sporophyt, also die embryonale Generation, stark ausgebildet ist und eine kormophytische Pflanze mit Wurzeln, Stengeln, Blättern, ja sogar mit geschlossenen Leitbündeln darstellt, während der Gametophyt, also die proembryonale Generation, nur aus einem thalloïden, oft sogar knollenförmigen Vorkeim oder Prothallium besteht. Die beblätterte Farn- oder Bärlapp-Pflanze sowie der Schachtelhalm entsprechen also durchaus nicht den Moospflänzchen, vielmehr nur der gestielten Mooskapsel, während das Farnprothallium den Moosvorkeim einschließlich der Moospflanze vertritt. Wenn bei den Pteridophyten die Sporangien tragenden Blätter zuweilen durch dichten Stand an Blüten erinnern, so entsprechen sie doch weder den Blüten der höheren Pflanzen noch denjenigen der Moospflanzen, da diese beide die von modifizierten Blättern umhüllten Geschlechtsorgane darstellen.

Nach Sprengung der äußeren Haut (Exine) der Spore (Abb. 46, C 3) wächst die innere (Intine) bei der Keimung zu einem Schlauch aus, der nur selten durch Sprossung zu einem fadenartig verzweigten Körper wird (Abb. 49, H 2), vielmehr meistens eine flächenförmige Ausbildung erlangt; und zwar bedeckt das Prothallium dann gewöhnlich als thalloïde Masse den Erdboden, in den es Rhizoïden hineinsendet, so z. B. bei den meisten Farnen (Abb. 52, B 7; Abb. 57, B 3). Bei den Wasserfarnen wird es zu einem gelappten, krugförmigen (Abb. 64, A 13, B 5), bei den Schachtelhalmen zu einem schmalknolligen, aber oben blattartig zerschlitzten Körper (Abb. 65, A 13). Weniger häufig sind knollige Prothallien; diese finden sich vor allem bei den Ophioglossaceae (Abb. 46, C 5), die daher auch als Tuberithallosae bezeichnet werden, sowie bei den Bärlappgewächsen, in normaler Gestalt freilich nur bei den Lykopodiazeen (Abb. 67, B 5; Abb. 68, F 6, H 3), zuweilen aber auch hier als strangförmige Körper (Abb. 67, E 6). Bei den Selaginellazeen und Isoëtazeen ist dagegen das Prothallium fast nur auf das die Spore füllende Gewebe beschränkt. Ist das Prothallium oberirdisch, so entwickelt es Chlorophyll, ist es unterirdisch, wie z. B. stets bei den Ophioglossazeen, so ist es chlorophyllos und nährt sich dann, soweit es nicht aus der Spore seine Nahrung zieht, mittels der seine Gewebe durchwuchernden Pilzmyzelien von den organischen Stoffen der Erde. Scheitelzellen sind in dieser geschlechtlichen Generation nur in der ersten Zeit erkennbar, später vergrößern sich die Knollen oder flächenförmigen Gebilde durch ein Teilungsgewebe oder Meristem.

In den meisten Fällen bringen die Prothallien sowohl Antheridien als Archegonien hervor, diese sind aber nur selten zu Antheridien- oder Archegonienständen vereinigt. Zuweilen, so stets bei den heterosporen Farn- und Bärlappgewächsen, tragen die Prothallien entweder nur männliche oder nur weibliche Sexualorgane.

Die Antheridien sind, wie bei den Moosen, gewöhnlich dem Prothallium eingesenkt oder ragen doch nur wenig hervor; sie bestehen aus einer mehrzelligen Hülle, die sich in den ausgebildetsten Fällen aus Stielzelle, Ringzelle und Deckelzelle sowie aus einem zentralen, aus einer einzigen Zelle hervorgegangenen Zellkomplex zusammensetzt, in dem die Spermatozoïden erzeugt werden (Abb. 46, C 5, 6; Abb. 65, A 7, 8). Die Entleerung erfolgt

entweder durch Aufreißen der Deckelzelle (Abb. 52, B 8) oder durch Auseinanderweichen der Deckelzellen (Abb. 64, A 11). Die Spermatozoiden sind verschieden gestaltet: bald sind sie spiralig (Abb. 57, C 5; Abb. 64, A 8, 9) oder eingekrümmt (Abb. 70, C 5—8), bald eiförmig (Abb. 68, F 5) oder halbmondförmig (Abb. 65, A* 12). Die Zahl der Zilien ist gleichfalls verschieden: gewöhnlich sind sie zahlreich (Abb. 52, B 9), jedoch tragen die Spermatozoiden der Bärlappe bis auf die Isoëten nur zwei Zilien (Abb. 68, F 5; Abb. 70, C 7). Bei den Schachtelhalmen bilden die Zilien eine Art Kranz (Abb. 65, A* 12).

Die Archegonien lassen, wie bei den Moosen, einen Bauchteil und einen Hals unterscheiden, zuweilen haben sie auch eine deutliche flaschenförmige Gestalt. Der Bauch ist aber gewöhnlich dem Prothallium eingesenkt, so daß nur der Hals hervorragt. Aus der den Bauchteil ausfüllenden Zentralzelle geht die Eizelle sowie die Bauchkanalzelle hervor, während das Innere des Halses von der gewöhnlich nur in Einzahl vorhandenen Halskanalzelle eingenommen wird (Abb. 52, B 10; Abb. 57, C 6; Abb. 64, B 4). Die Archegonien sind also denen der Moosgewächse außerordentlich ähnlich, nur vielleicht etwas einfacher gebaut, indem die Halskanalzellen reduziert sind und die Bauchwandzellen sich von dem Prothallium nicht deutlich abheben. Nach der Bildung der Eizelle öffnet sich die Spitze des Halses durch Verquellung, so daß der Eintritt der Spermatozoiden jetzt ermöglicht wird.

Der Embryo ist dagegen weit stärker differenziert als bei den Moosgewächsen, indem die Gliederung, die der Sporophyt nachher zeigt, hier schon angedeutet ist (Abb. 63, A 14; Abb. 65, A* 15; Abb. 67, E 9). Der Embryo besteht nämlich aus einem Saugorgan oder Fuß, aus einer zuweilen schon Blattgebilde andeutenden Sproßanlage sowie häufig auch aus der Anlage einer primären Wurzel. Als Kotyledonen werden entweder die ersten Blattanlagen bezeichnet oder ein neben der Sproßanlage auftretendes Organ. Der Archegonienbauch umschließt den Embryo nur in der ersten Zeit, bald wird er von dem Sporophyten durchbrochen, und auch zur Abhebung einer Haube kommt es nicht.

Der Sporophyt selbst wird zwar stets von Stengeln, Blättern und meist auch von Wurzeln gebildet, in den einfachsten Fällen ist aber die Gliederung noch nicht sehr deutlich. Das Wachstum mittels einer Scheitelzelle wird bei den höherstehenden Pteridophyten durch Ausbildung von Teilungsgewebe oder Meristem ersetzt, und zwar findet das weitere Wachstum meist nur an den sogenannten Vegetationspunkten statt. Ein Dickenwachstum der Stengel gibt es unter den lebenden Pteridophyten nur bei Isoëtes.

Die Stengel zeigen einen bedeutenden Fortschritt gegenüber den Moosgewächsen, besonders in der Differenzierung der Leitbündel, die hier deutlich aus wasserleitenden Elementen oder Hadrom, Assimilate, speziell Eiweiß, leitenden Elementen oder Leptom, stärkespeichernden Zellen oder Amylom und häufig auch noch mechanischem Gewebe oder Stereom bestehen. Die wasserleitenden Elemente erinnern durch ihren Bau schon sehr an diejenigen der Blütenpflanzen, indem sie gewöhnlich ausgebildete Tracheiden sind mit Tüpfeln in oder ring- und schraubenförmigen Verdickungen an der Membran. Sogar Gefäße mit durchbrochenen Scheidewänden treten auf. Ein Kambium enthalten die Leitbündel in der Regel nicht, sie sind also gewöhnlich geschlossen und häufig von einer Endodermis sowie einer Schutzscheide umgeben. Als Schutzscheiden dienende, verholzte Gewebe können aber auch unabhängig von den Leitbündeln auftreten und sind häufig netzartig verbunden. Namentlich sind sie bei den größeren Farnen entwickelt; bei den Baumfarnen stellen sie ein wirkliches Skelett dar, das nach Fortfaulen des weicheren Gewebes als zierlich geformtes dunkles Gitterwerk zurückbleibt. Natürlich sind die Leitbündel je nach

der Funktion, die sie erfüllen müssen, von sehr verschiedener Stärke und Anordnung. Zentrale Leitbündel haben die Keimpflanzen, die jungen Pflänzchen sowie zarte erwachsene Pteridophyten und vor allem die wasserbewohnenden Formen. Häufiger sind die Leitbündel zu Ringen, so z. B. bei den Schachtelhalmen (Abb. 65, A 2, C 3), oder zu geschlossenen oder netzförmigen Röhren, oder aber auch zu eigenartigen Figuren geordnet, so z. B. im Wurzelstock des Adlerfarnes (Abb. 57, C 4), wo sie die Gestalt eines Doppeladlers annehmen. Auch Luftlücken finden sich zuweilen im Stengelgewebe, so bei den Schachtelhalmen (Abb. 65, A 2, C 3), ebenso sind die Spaltöffnungen oft deutlich ausgebildet (Abb. 65, F 1—3). Hohle Stengel kommen auch bei einigen Farnen vor (Abb. 58, E); sehr häufig sind Haare und Schuppen, namentlich bei den Farnen, deren Vegetationsspitzen sie nicht selten vollständig einhüllen.

Die **Blätter** sind gewöhnlich gut ausgebildet, bei den Farnen häufig lang gestielt, einfach, doppelt oder mehrfach gefiedert, von überaus mannigfaltiger Form und Nervatur. Bei den Schachtelhalmen sind sie zu Schuppen reduziert, bei den Bärlappgewächsen meist ziemlich einfach gebaut, aber doch auch hier mit vielen feinen Variationen.

Die **Sporangien** sitzen gewöhnlich auf den Blättern, die dann also gleichzeitig der Ernährung und Fortpflanzung dienen und daher **Trophosporophylle** genannt werden, so z. B. bei den meisten Farnen; zuweilen stehen sie aber auf oder, z. B. bei den Bärlappgewächsen, in den Achseln von umgebildeten Blättern, sogenannten **Sporophyllen**, bei den Schachtelhalmen an sehr reduzierten, des eigentlichen Blattcharakters schon ganz entbehrenden Blättern. Häufig sind die die Sporangien tragenden Blätter zu **Sporophyllständen** gehäuft, so bei den Schachtelhalmen, Selaginellazeen und vielen Farnen. Die Sporangien gehen entweder aus einer (**Leptosporangiata**) oder aus mehreren (**Eusporangiata**) Epidermiszellen hervor; sie bestehen aus einer einschichtigen Wand, aus einer später resorbierten, die Wand innen auskleidenden Zellschicht, den sogenannten **Tapetenzellen**, sowie dem inneren Zellgewebe, dem sogenannten **Archespor** oder den **Urmutterzellen**, aus denen sich das sporogene Gewebe entwickelt, dessen Zellen, die sogenannten **Sporenmutterzellen**, in je vier Sporen zerfallen. Diese trennen sich und bilden nach Auflösung der Wandung der Mutterzellen mit Hilfe der Substanz der aufgelösten Tapetenzellen ihre äußere, oft skulpturierte Hülle, das sogenannte Perisporium oder die Perine. Die Sporen sind tetraëdrisch oder bohnenförmig, die der verdickten Außenschicht (Exine) aufsitzenden Vorsprünge meist leisten- oder warzenförmig. Der Mechanismus zur Öffnung der Sporangien und Ausstreuung der Sporen ist häufig recht kompliziert.

Während die meisten Pteridophyten nur eine Art Sporen erzeugen, also **isospor** sind, gibt es bei den verschiedenen Klassen auch **heterospore** Familien, d. h. solche mit zweierlei Sporen, den sogenannten **Makro-** und **Mikrosporen**. Die Makrosporen entwickeln weibliche, die Mikrosporen männliche Prothallien; erstere sind größer und entstehen auch meist in größeren Sporangien, den sogenannten **Makrosporangien**; sie befinden sich gewöhnlich nur in geringer Zahl oder gar nur einzeln in den Sporangien, während die **Mikrosporangien** in der Regel zahlreiche Sporen enthalten.

Die Einteilung der Pteridophyten in die vier Klassen der **Farngewächse** oder Filicales, der **Keilblattgewächse** oder Sphenophyllales, der **Schachtelhalmgewächse** oder Equisetales und der **Bärlappgewächse** oder Lycopodiales ist eine außerordentlich natürliche. Die vier Klassen sind voneinander gut abgegrenzt und unterscheiden sich schon äußerlich durch die Stellung und Anlage der Blätter sowie durch die Anordnung der Sporangien. Kleine, quirlig angeordnete Blätter haben die Sphenophyllales und

Equisetales, kleine, spiralig stehende Blätter die Lycopodiales, große, spiralig stehende die Filicales. Einzeln oder zu zweien auf der Blattspreite oder in der Blattachsel sitzen die Sporangien bei den Sphenophyllales und Lycopodiales, zu mehreren oder vielen am Rande oder an der Unterseite der Blätter stehen sie bei den Filicales, während sie bei den Equisetales gruppenweise an zu Sporangienträgern umgeformten kleinen Blättern sitzen. Die sporangientragenden Blätter sind bei den Sphenophyllales, Equisetales und meist auch bei den Lycopodiales zu blütenartigen endständigen Gebilden vereinigt, während bei den Filicales die sporangientragenden Blätter sich gewöhnlich nicht von den sterilen unterscheiden und auch nicht blütenartig gedrängt oder gehäuft erscheinen. Verschiedenartigkeit der männlichen und weiblichen Sporen (Heterosporie) findet sich in allen vier Klassen, aber in der Jetztzeit nur bei kleineren Familien, bei den Equisetales sogar nur bei ausgestorbenen Formen.

Frühzeitig, nämlich schon zur Zeit des oberen Perm, sind die Sphenophyllales ausgestorben, während die drei anderen Klassen bis in die Gegenwart hereinreichen; freilich sind es nur spärliche Reste gegenüber der Mannigfaltigkeit der Formen in früheren Erdperioden. Auch verdanken wohl die meisten der lebenden Arten nur besonderen Umständen ihre Existenzmöglichkeit. Die Mehrzahl, namentlich der Farne und Selaginellen, bewohnt die schattigen tropischen Wälder, wo infolge des Lichtmangels die Konkurrenz verhältnismäßig gering ist; ihr Schutz ist also die Bedürfnislosigkeit gegenüber dem Licht. Andere haben sich vorzüglich der epiphytischen Lebensweise angepaßt, und zwar sind es nicht nur Farne, sondern auch Bärlappgewächse, die in den Tropen massenhaft an den Stämmen und Zweigen der Waldbäume wachsen. Ihre Bedürfnislosigkeit gegenüber dem Wasser hat sie offenbar erhalten, wie die gleiche Ursache anderen Formen die Existenz an kahlen Felsen und Mauern sowie an sonstigen trockenen Standorten, Heiden usw., ermöglicht hat. Wiederum andere haben sich sumpfigem Boden oder stehendem und fließendem Wasser angepaßt, lauter Standorte, die ihnen nur von solchen Pflanzen streitig gemacht werden können, die selbst schon in ihrer Organisation tiefgreifende Veränderungen erlitten haben.

Nur so können wir die Existenz der Schachtelhalme sowie der Gattungen Marsilia, Pilularia, Salvinia, Azolla oder gar der eigenartigen Gattung Isoëtes verstehen, die ohne diese besonderen Organisationsänderungen wohl schon längst im Kampf ums Dasein untergegangen sein würden.

Auch die Ophioglossum- und Botrychium-Arten verdanken zweifellos besonderen Anpassungen ihre freilich nur noch recht kümmerliche Existenz: vielleicht sind die Zähigkeit im Überstehen ungünstiger Perioden vermittelst ihrer unterirdischen Teile, ferner die Bildung von Adventivknospen an den Wurzeln als Ursachen ihres Durchhaltens anzusehen.

Da es meist für das vegetative Leben ungünstige Standorte sind, an denen sich die Pteridophyten erhalten haben, so ist es kein Wunder, daß im allgemeinen die jetzigen Formen Zwerge sind gegenüber manchen ihrer Altvorderen; nur die Baumfarne der tropischen Gebirgswälder geben in ihrer Pracht eine Vorstellung von dem Aussehen der Vegetation zu jenen Zeiten, wo die Pteridophyten die Vorherrschaft hatten.

Die Pteridophyten reichen in die ältesten Perioden der Erdgeschichte hinein. Sie treten schon im Devon auf und sind somit als die ältesten mit Sicherheit festgestellten fossilen Pflanzenformen anzusehen. Wenn auch vorher aller Wahrscheinlichkeit nach schon eine bedeutende Algenvegetation existiert hat, so sind doch die Abdrücke der farnartigen Gewächse, d. h. der echten Farne einschließlich der Marattiazeen, der Sphenophyllazeen, der Kalamariazeen, der Lepidodendrazeen und Sigillariazeen, die ersten deutlich rubrizierbaren fossilen

Gewächse. Die Flöze der Kohlenformation verdanken im wesentlichen diesen pteridophytischen Gewächsen ihren Ursprung, besonders den Lepidodendrazeen und Sigillarien nebst ihren Stigmarien genannten Wurzelträgern. Nur eine geringe Rolle spielten in jenen frühen Zeiten die Zykadeenfarne, ein Übergang zu den Zykadeen, desgleichen die den heutigen Zykadeen noch näher stehenden Kordaïten sowie schließlich einige Zykadeen und Araukarien.

Die Anordnung der einzelnen Klassen der Pteridophyten zueinander sowie zu den Bryophyten und höheren Gewächsen gibt zu vielerlei Auffassungen Anlaß, je nachdem man dem einen oder anderen Merkmal eine größere Bedeutung beilegt. Wirkliche Übergangsformen zu den Moosen haben sich nicht erhalten oder sind jedenfalls nicht bekannt, immerhin darf man wohl annehmen, daß sich die Pteridophyten am ungezwungensten an thalloïdische Formen ohne komplizierte Sporogonien anschließen, z. B. an die zu den Lebermoosen gehörenden **Anthocerotales**. Ihnen schließen sich von den Pteridophyten am nächsten solche einfach gebaute Formen an, bei denen einerseits das Prothallium gut entwickelt ist und beiderlei Geschlechtsorgane trägt, anderseits die Zellen des Archegonienhalskanals in Mehrzahl vorhanden sind und die Sporangien aus einem unterhalb der Oberfläche befindlichen Zellkomplex hervorgehen; mit anderen Worten, man sieht die **Marattiales** und **Ophioglossales** als die diesen Übergang am besten vermittelnden Klassen an.

Noch schwieriger ist der Übergang zu den Zykadazeen festzustellen, doch deuten die Zykadeenfarne darauf hin, daß alte Gruppen der **Filicales** hier in Betracht kommen, die sich vielleicht zu einer Zeit trennten, als die Vorfahren unserer Farne denen der Ophioglossazeen und Marattiazeen noch mehr ähnelten als ihre jetzigen Vertreter. Abzweigungen uralter Zeiten, aber auch voneinander schon damals durchaus verschieden, sind die ausgestorbenen **Sphenophyllales**, die **Equisetales**, d. h. die ausgestorbenen **Calamariales** und ihre jetzt noch lebenden Verwandten, die Schachtelhalme, sowie endlich die **Lycopodiales** mit ihren ausgestorbenen Gliedern, den Lepidodendrazeen und Sigillariazeen, sowie ihren lebenden Formen, den Lykopodiazeen, Psilotazeen, Selaginellazeen und Isoëtazeen.

Klasse 1:
Filicales oder Farngewächse.

Die große Abteilung der Farngewächse zerfällt in drei Reihen: 1) die Natterzungen-Farngewächse oder **Ophioglossales**, auch **Tuberithallosae** genannt, bei denen die aus mehrschichtigen Zellkomplexen entstehenden Sporangien an Auszweigungen der Blätter sitzen, während die teilweise unterirdischen und knollig ausgebildeten Prothallien eingesenkte Antheridien und Archegonien tragen, 2) die Marattia-Farngewächse oder **Marattiales**, deren Blätter Farncharakter haben, bei denen aber die aus mehrschichtigen Zellkomplexen entstehenden Sporangien gruppenweise unter sich verwachsen sind, 3) die eigentlichen Farngewächse oder **Filicineae**, die sich im allgemeinen durch echte, in der Jugend spiralig eingerollte Farnblätter und oberirdische, fast immer flächenförmig ausgebreitete Prothallien kennzeichnen, und bei denen die Sporangien aus einzelnen Zellen hervorgehen.

Reihe 1:
Ophioglossineae oder Natterzungen-Farngewächse.

Die Ophioglossales gehören sämtlich zu einer einzigen Familie, der der **Ophioglossaceae** oder **Natterzungen-Farne**; es sind drei Gattungen größtenteils erdbewohnender

kleinerer Pflanzen, deren knollenförmiges, meist unterirdisches und chlorophyllfreies Prothallium (Abb. 46, C 4) gewöhnlich lange ausdauert und häufig in einem Teil der Zellen ein Pilzmyzel führt, mit dem es offenbar in Symbiose lebt. Die Geschlechtsorgane stehen entweder auf der Oberseite (Abb. 46, C 5) oder teilweise auch auf der Unterseite der Prothallien, die Antheridien (Abb. 46, C 6) sind eingesenkt, die Archegonien (Abb. 46, C 7) ragen kaum heraus. Der unverzweigte Stamm ist entweder aufrecht und kurz, oder er kriecht unterirdisch, bildet also ein Rhizom (Abb. 46, D 2). Die Gefäßbündel sind kollateral



Abb. 46: Natterzungen-Farne (Ophioglossaceae).

A) Ophioglossum pendulum, verkleinert. B) Ophioglossum vulgatum: 1) Habitus; 2) Sporangiophor. C) 1)–2) Botrychium lunaria: 1) Habitus; 2) Fieder des Sporangiophors; 3)–7) Botrychium virginianum: 3) keimende Spore; 4) Prothallium an der Basis des Pflänzchens; 5) Durchschnitt durch das Prothallium mit Antheridien und Archegonien, vergr.; 6) Antheridium, stark vergr.; 7) Archegonium, stark vergrößert. D) Helminthostachys zeylanica: 1) Steriles Blatt mit Sporangiophor; 2) Wurzelstock von der Seite, 3) von unten; 4) Teil des Sporangiophors, vergr.

gebaut, also nicht geschlossen, bei einigen Formen ist sogar eine Art Dickenwachstum durch Kambium angedeutet. Die meist einfachen, seltener gegabelten Wurzeln entwickeln zuweilen Adventivknospen, eine ungeschlechtliche Vermehrung, die bei manchen selten fruktifizierenden Formen die gewöhnliche Art der Fortpflanzung darstellt. Die Pflanzen tragen meistens jeweils nur ein Blatt oder doch nur wenige, in der Jugend kaum eingekrümmte Blätter. Diese zerfallen in einen fertilen und einen sterilen Abschnitt, und zwar entspringt ersterer in der Regel auf der Mittellinie des Blattes, der Blattbasis oder des Blattstieles. Beide Abschnitte sind häufig unverzweigt, der fertile enthält meist kein Chlorophyll und ist gewöhnlich schmal und zylindrisch (Abb. 46, A, B 1, D 1), manchmal aber auch gefiedert (Abb. 46, C 1); er dient lediglich als Sporangienträger und wird daher **Sporangiophor** genannt. Der sterile Teil ist oft gefiedert (Abb. 46, C 1, D 1), zuweilen mehrfach gegabelt (Abb. 46, A) oder

sogar handförmig geteilt. Die mit Längs- oder Querrissen aufspringenden Sporangien haben eine mehrschichtige Wandung.

Daß die Ophioglossazeen in vergangenen Zeiten weit stärker verbreitet waren als heute, ist ohne weiteres anzunehmen, übrigens deutet schon die geographische Verbreitung der lebenden Arten darauf hin. Man hat auch schon verschiedene Abdrücke sogar aus der Kohlenperiode als hierhergehörig angesehen und sogar eine Gattung Ophioglossites aufgestellt, die im Perm in Frankreich gefunden wurde, und deren Abdrücke einem vergrößerten fertilen Teil eines Ophioglossum-Blattes ähneln. Blattreste aus dem Keuper erinnern an Ophioglossum palmatum, solche aus der älteren Tertiärzeit an O. vulgatum.

Die Hauptgattung ist Ophioglossum oder Natterzunge. Sie kennzeichnet sich durch ungeteilte oder gelappte, aber nicht gefiederte, netzförmig geaderte Blätter sowie durch lineale Sporangiophoren, an denen die mit Querrissen aufspringenden Sporangien in zwei Reihen eingesenkt sitzen (Abb. 46, B 2).

Die Gattung ist mit etwa 30 Arten in den wärmeren und gemäßigten Gegenden beider Hemisphären verbreitet. In Deutschland findet sich nur, auf Wiesen und Heiden zerstreut, die in der Mitte des Sommers fruktifizierende, 5—25 cm hohe, in ganz Europa heimische gemeine Natterzunge, O. vulgatum (Abb. 46, B), die auch in Nordamerika und Westasien vorkommt. Andere erdbewohnende Formen leben im Mittelmeergebiet, in Nordamerika, Japan, Südafrika, Australien, einige Arten auch im tropischen Amerika, Afrika, Asien sowie in der Südsee.

Die Form der Blattspreite ist sehr verschieden: einerseits gibt es lineale Formen, anderseits herzförmige, ja sogar kreisförmige Blätter; auch die Aderung ist recht mannigfaltig. Eine epiphytische Form ist die hängende Natterzunge, O. pendulum (Abb. 46, A), die mit ihren gegabelten Blättern ähnlich wie der Elchhornfarn an den Stämmen und Ästen der tropischen Waldbäume weit herabhängt; sie ist durch Südasien, Australien und Polynesien bis Hawai und Mauritius verbreitet. Noch merkwürdiger ist die handförmige Natterzunge, O. palmatum, deren handförmig geteiltes Laub an Laminarientang erinnert, während die Sporangienträger in größerer Anzahl von der Basis der Spreite und dem oberen Teil des Stieles herabhängen. Sie ist einerseits vom tropischen Amerika, anderseits von den ostafrikanischen Inseln bekannt; am häufigsten findet man diese Art an Palmen, die Rhizome von seidenartigen hellbraunen Haaren umhüllt.

Die Gattung Botrychium oder Mondraute ist durch ihr fast stets fiederteiliges Laub gekennzeichnet, dessen Adern nicht netzförmig anastomosieren. Auch die Sporangienträger sind meist fiederteilig und tragen an der dem Blatte zugekehrten Seite zweizeilig angeordnete, aber nicht eingesenkte, mit Querrissen aufspringende Sporangien (Abb. 46, C 2).

Die 16 zum Teil ungemein variabeln Arten bewohnen größtenteils die nördliche gemäßigte Zone; mehrere haben eine sehr weite Verbreitung. Einige dringen bis in die Tropen vor, andere finden sich ausschließlich im tropischen Asien, Amerika oder auf Inseln der Südsee, mehrere bewohnen sogar die nördliche kalte Zone, z. B. B. boreale und B. lanceolatum, oder die südlichen Kontinente, wie B. australe, das sowohl in Australien und Neuseeland als auch in Argentinien vorkommt. Die meisten Arten haben mehrfach gefiederte, wenigstens in der Jugend behaarte Blätter, die häufig an Umbelliferen erinnern, wie schon die Namen B. daucifolium und B. silaifolium anzeigen; die Blätter von B. rutaceum erinnern an die Raute, die von B. matricariae an das Mutterkraut. Diese beiden letzteren Arten finden sich auch in Deutschland, daneben drei andere, nämlich die einfache Mondraute, B. simplex, die ziemlich große virginische Mondraute, B. virginianum, die bis Japan und Südamerika hin verbreitet ist, sowie die gemeine Mondraute, B. lunaria, auch Allermannsharnisch genannt (Abb. 46, C), die ganz Europa, den größten Teil Asiens, Nordamerika, die nordischen Gegenden ebenso wie die südlichsten Erdstriche, Patagonien, Südaustralien und Tasmania, bewohnt und in Deutschland an grasigen Berghängen und auf Heiden ziemlich häufig ist.

Die dritte Gattung, Helminthostachys oder Wurmähre, hat fast fußförmig fiederteilige Blätter mit dicken Mittelrippen und nicht netzförmiger Nervatur sowie eine dichte, sehr kurz verzweigte Sporangienähre mit senkrecht aufreißenden Sporangien.

Die einzige, mittels eines unterirdischen fleischigen Wurzelstockes in grasigen Gebieten hinkriechende Art, H. zeylanica, die zeylanische Wurmähre (Abb. 46, D), ist in Südasien bis Queensland und Neukaledonien verbreitet; die Wurzelstöcke dienen den Eingeborenen gelegentlich als Nahrung.

Reihe 2:

Marattiineae oder Marattia-Farngewächse.

Die Marattiales sind farnartig aussehende Gewächse mit flächenförmigen, besonders in der Mitte ziemlich dicken, gelappten, lange ausdauernden, oberirdischen, chlorophyllhaltigen Prothallien, in deren Gewebe auf beiden Seiten Antheridien, auf der Unterseite Archegonien



Abb. 47: Marattia-Farne (Marattiaceae).

A) Angiopteris Willinkii: 1) Habitus, stark verkleinert; 2) fertile Blattfieder, von unten; 3) Sorus, stark vergrößert. B) Danaea elliptica: 1) Fertile Blattfieder, von unten; 2) zwei Sori, vergrößert; 3) ein Sorus im Querschnitt. C) Marattia fraxinifolia: 1) Fertile Blattfieder, von unten; 2) Teil einer Blattfieder mit zwei Sori, vergrößert; 3) Sorus im Querschnitt, vergrößert. D) Marattia weinmanniifolia: 1) Teil des Blattes; 2) Fieder. E) Kaulfussia aesculifolia: 1) Blattstück; 2) Sorus, vergr.; 3) Sorus im Querschnitt, vergr.

eingesenkt sind. Ihr Stamm ist kurz und dick, oder er wird durch einen kriechenden Wurzelstock ersetzt. Die konzentrischen Leitbündel sind auf dem Querschnitt ringförmig angeordnet. Die Wurzeln zeigen häufig eine Symbiose mit Pilzmyzel. Die meist sehr großen Blätter sind in der Jugend deutlich eingerollt und an der Basis des Stieles von zwei ausdauernden nebenblattartigen Gebilden umgeben (Abb. 47, A 1); sie sind gewöhnlich einfach oder mehrfach gefiedert, selten fingerförmig oder sogar gänzlich ungeteilt, häufig mit Gelenkpolstern versehen. Sie sind anatomisch durch Gerbstoffzellen und Schleimgänge, Stäbchen in den

Zwischenräumen (Interzellularen) zwischen den Zellen sowie besonders durch in der Epidermis der Blattunterseite befindliche Kieselkörper gekennzeichnet, auch haben sie sogenannte Staubgrübchen an den Blattstielen und Nebenblättern, die in der Jugend neben den Spaltöffnungen als Atmungsorgane (Pneumathoden) dienen; außerdem treten häufig Haare und Spreuschuppen auf. Die Sporangien sitzen stets auf der Unterseite der fertilen Blätter, die nur bei der Gattung Danaea anders gebaut sind als die sterilen Blätter; sie sind meist auf den Seitennerven zu Gruppen, Sori, häufig auch zu vielfächerigen Gebilden, sogenannten Synangien, vereinigt und zuweilen von einer Hülle, Indusium, umgeben. Sie haben eine vielschichtige Wand und öffnen sich durch Längsrisse oder durch Löcher; nur selten ist ein schwacher Ring an den Sporangien angedeutet. Häufig findet eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Adventivknospen statt, die sich an den Nebenblättern bilden.

Die einzige Familie der **Marattiaceae** oder **Marattia-Farne** ist in der Jetztzeit nur durch fünf Gattungen vertreten, die wiederum verschiedenen Unterfamilien angehören. In früheren Zeiten dagegen war sie weiter verbreitet, besonders stark schon im Paläozoikum, oder genauer in der oberen Kohlenperiode und im Rotliegenden. Die Anordnung der Sporangien macht die fossilen Reste meist leicht kenntlich.

Unter den lebenden Gattungen sind Angiopteris und Archangiopteris dadurch gekennzeichnet, daß bei ihnen die Sporangien nicht miteinander verwachsen sind. Angiopteris, der Palm-Farn (Abb. 47, A), bewohnt mit 30—40 Arten Südasien, Polynesien und die ostafrikanischen Inseln. Die Sori stehen nahe dem Blattrande (Abb. 47, A 2) und werden gewöhnlich von nur wenigen Sporangien gebildet (Abb. 47, A 3), die einzeln aufspringen. Die Angehörigen der Gattung sind meist sehr große, im tropischen Walde heimische Farne mit bis 5 m langen, doppelt gefiederten Blättern, deren Stämme des Stärkegehaltes wegen zuweilen als Nahrungsmittel dienen. Die Gattung Archangiopteris, die nur in einer Art in Südchina vorkommt, hat einfach gefiederte Blätter, deren in der Mitte zwischen Mittelrippe und Blattrand sitzende Sori aus vielen Sporangien bestehen und von haarförmigen Schuppen umhüllt werden.

Die drei anderen Gattungen: Marattia, Kaulfussia und Danaea, haben untereinander verwachsene Sporangien, die sich bei Marattia gemeinsam zweiklappig öffnen (Abb. 47, C 2), während die sternförmigen runden Synangien von Kaulfussia (Abb. 47, E 2, 3) einzeln nach innen durch kurze Schlitze, die linealen von Danaea (Abb. 47, B 2, 3) oben durch Poren aufspringen. Von der Gattung Marattia oder Kapsel-Farn (Abb. 47, C, D) hat sich etwa ein Dutzend über die ganzen Tropen verbreiteter Arten erhalten; eine davon reicht sogar bis zur Südspitze Afrikas. Es sind sehr große Farne mit doppelt gefiederten, recht verschieden aussehenden Blättern, die zuweilen als Würze der Speisen benutzt werden, während die Nebenblätter gelegentlich ihres Stärkegehaltes wegen gegessen werden. Die Gattung Kaulfussia oder Schlitz-Farn (Abb. 47, E), die nur mit einer einzigen Art das südöstliche tropische Asien bewohnt, erinnert in ihren handförmigen Blättern an die Roßkastanie und hat daher den Namen K. aesculifolia erhalten. Die Gattung Danaea oder Poren-Farn bewohnt mit etwa 14 Arten das tropische Amerika; die Blätter sind meist einfach und unpaar gefiedert, die fertilen sind gewöhnlich länger und schmäler als die sterilen; einzelne Arten haben aber auch einfache oder dreigabelige Blätter. Fossile Arten dieser Gattung sind häufig gefunden worden, sowohl im Mesozoikum als auch schon im Oberkarbon; wir haben hier also eine der ältesten Gattungen der Pflanzenwelt vor uns.

Reihe 3:

Filicineae oder Eigentliche Farngewächse.

Die Reihe der Filicineae, gekennzeichnet durch die aus einzelnen Zellen hervorgehenden Sporangien und hierdurch von den Ophioglossales und Marattiales verschieden, zerfällt in sehr natürlicher Weise in zwei Ordnungen, die Echten Farne oder Eufilicineae und die Wasserfarne oder Hydropteridineae.

Ordnung 1:

Eufilicineae oder Echte Farne.

Die echten Farne haben ein oberirdisches, meist flaches und herzförmiges, durch Chlorophyll grünes Prothallium, das die mehr oder weniger eingesenkten Geschlechtsorgane auf der Unterseite trägt (Abb. 52, B 7—11; Abb. 57, C 6; Abb. 60, E 5). Zuweilen ist das Anfangsstadium fadenartig, ähnlich dem Protonema der Moose (Abb. 52, B 6), oder das Prothallium bleibt auch dauernd so und trägt dann die Geschlechtsorgane an besonderen Trägern (Abb. 49, G 1—3). Die Spermatozoïden sind spiralig gewunden, vorn mit einem Geißelschopf und hinten oft mit einer Blase versehen (Abb. 52, B 9; Abb. 57, C 5). Die Prothallien mancher Formen verfügen über einen ungeschlechtlichen Vermehrungsmodus, z. B. durch Brutknospen, durch Bildung von Brutknöllchen, auch Adventivknöllchen genannt, oder endlich durch sogenannte Apogamie, eine Vermehrungsart, bei der gewisse Zellkomplexe sich durch Teilung zu Höckern hervorwölben, die dann zu neuen Pflanzen auswachsen. Gewöhnlich entwickelt sich aus jedem Prothallium durch Ausbildung nur eines Embryos auch nur eine Farnpflanze (Sporophyt), die in ihrer ersten Jugend aus einem Fuß, einer Art Keimblatt, das von den späteren Blättern abweicht, und aus der Sproßanlage besteht.

Der Stamm ist entweder aufrecht und nicht selten sehr stark und hoch, oder er wird durch einen kriechenden Wurzelstock vertreten, der nach oben zu Blätter, nach unten zu Wurzeln trägt. Auch kletternde, sogar schlingende Stämmchen sind nicht selten. Das Wachstum wird durch eine zu Anfang wenigstens stets vorhandene Scheitelzelle eingeleitet. Die Verzweigung ist im Verhältnis zu höheren Pflanzen gering und nicht von der Anordnung der Blätter abhängig. Ein sekundäres Dickenwachstum fehlt den echten Farnen, die Leitbündel bilden nur selten einen zentralen Strang, gewöhnlich stellen sie einen durchbrochenen Hohlzylinder oder ein hohlzylindrisches, netzförmiges Gitterwerk dar, von dem aus die in die Blätter tretenden Auszweigungen noch eine Strecke weit in der Rinde in die Höhe laufen; auch markständige Bündel kommen zuweilen hinzu. Im Querschnitt zeigen die einzelnen Bündel verschiedene Formen: zuweilen sind sie rund, häufig herz- oder hufeisenförmig, in anderen Fällen wieder bandartig; in der Regel sind sie von mehr oder weniger verholzten Schutzscheiden umgeben, die oft sehr dick sind und dem Stamm daher einen holzigen Charakter verleihen.

Die primären Wurzeln treten gewöhnlich nur an jungen Pflanzen auf; später werden sie durch die zahlreichen Adventivwurzeln ersetzt, welche die Stämme oft völlig einhüllen, manchen Hymenophyllazeen aber ganz fehlen. Auch Knollenbildungen finden sich gelegentlich bei den Farnen. Die sich häufig reichlich verzweigenden Wurzeln haben eine deutliche Wurzelkappe und Rindenschicht, deren innerste Zellage als Schutzscheide (Endodermis) die zentral liegenden Leitbündel umgibt. Bei manchen Farnen vermögen die Wurzeln Sproßanlagen zu bilden, indem die Wurzelspitze sich in einen Stammscheitel umwandelt.

Die Blätter, falls sie groß und gefiedert sind, auch Wedel genannt, sind in ihrer Jugend deutlich eingerollt und dann gewöhnlich, wie auch der Stammscheitel, von gelblichen oder bräunlichen Spreuschuppen dicht bedeckt. Ihrer Form nach sind sie ganz außerordentlich verschieden, gewöhnlich im Verhältnis zum Stamm sehr groß; auch wachsen sie an der Spitze oft lange weiter. Ziemlich selten sind einfache, lineale, längliche oder fast runde Blattformen, gewöhnlich sind die Blätter einfach oder mehrfach gefiedert, die Fiedern oft

gezähnt, spitz oder stumpf. Aber auch gefingerte und gelappte Formen kommen zuweilen vor. In den meisten Fällen sind sterile und fertile Blätter nicht verschieden, jedoch ist Heterophyllie ziemlich häufig; es werden dann die sterilen als Trophophylle von den fertilen Sporophyllen unterschieden. Bei manchen Epiphyten treten als dritte Form noch humus- und wassersammelnde Nischenblätter hinzu. Äußerst mannigfaltig ist auch die durch den



Abb. 48: Farne der Kohlenformation.

A) Sphenopteris obtusiloba; B) Neuropteris flexuosa; C) Pecopteris dentata; D) Oligocarpia Kliveri; E) Glossopteris indica.

Verlauf der Leitbündel bedingte, meist schon äußerlich sichtbare Nervatur der Blätter. Abgesehen von dem Hauptunterschied, ob die benachbarten Adern durch Anastomosen (Verbindungsadern) miteinander vereinigt sind oder nicht, unterscheidet man gabelige, fächerförmige, kammförmige, netzförmige und andersartige Aderungen, Anordnungen, die in der Systematik, namentlich der fossilen Formen (Abb. 48), eine große Rolle spielen. Es treten wie bei höheren Pflanzen Spaltöffnungen mit Schließzellen auf, manche Farnblätter haben Zucker abscheidende Nektarien, andere Wasser sezernierende Hydathoden oder Wassergruben; auch Spikularzellen sind in der Epidermis nicht selten, ferner kommt bei den Farnen schon Korkbildung vor. Sehr häufig findet adventive Sproßbildung statt, entweder

an den Blattenden oder auf der Blattoberfläche, an der Basis der Fiedern oder an besonderen Ausläufern. Auch Knöllchen gelangen zuweilen an Blattabschnitten zur Entwickelung.



Abb. 49: Hautfarne (Hymenophyllaceae).

A) Trichomanes reniforme: 1) Fertiles Blatt; 2) Sorus, vergrößert.
B) Trichomanes membranaceum: 1) Fertile und sterile Blätter; 2) Sori, vergrößert; 3) Sporangium, vergr.
C) Trichomanes botryoides: 1) Fertiles Blatt; 2) Sori, vergr.
D) Trichomanes radicans: 1) Steriles Blatt; 2) Abschnitt eines fertilen Blattes, vergr.; 3) Sorus, vergr.; 4) Sporangium, vergr.
E) Trichomanes peltatum: 1) Habitus; 2) Sorus, vergr.
F) Trichomanes alatum: Blattspitze mit Sporenbildung (Aposporie).
G) Trichomanes rigidum: 1) Prothallium mit Archegonien und Keimpflanze; 2) mit Antheridien; 3) mit Archegonium.
H) Trichomanes spec.: 1) Keimende Spore; 2) junges Prothallium.
J) Hymenophyllum marginatum: 1) Habitus; 2) Spitze des Blattes mit Sorus, vergr.
K) Hymenophyllum tunbridgense: 1) Fertiles Blatt; 2) Blattabschnitt mit Sorus, vergrößert.
L) Hymenophyllum cruentum: 1) Fertiles Blatt; 2) Sorus, vergrößert.
M) Hymenophyllum dilatatum: Teil des Prothalliums mit Archegonien, Antheridien und Haarwurzeln.

Die Sporangien sitzen an der Unterseite der gewöhnlichen oder zu besonderen Sporophyllen umgebildeten Blätter; in letzterem Falle bedecken sie häufig die Oberfläche

ganz. Sie sind gewöhnlich gruppenweise angeordnet, stellen also Sporangienhäufchen oder Sori dar. In vielen Fällen sind die Sori von besonderen Schutzorganen oder Indusien mehr oder weniger bedeckt; es sind dies halbmondförmig umgebogene Blattrandpartien oder besondere hautartige Wucherungen der Epidermis von schildförmiger, nierenförmiger, länglicher, linearer oder krugförmiger Gestalt, oder sie bestehen auch aus Haaren. Sind die Gewebepartien, die die Sporangien tragen, modifiziert, so werden sie als Rezeptakulum bezeichnet. Auch drüsenhaarförmige Gebilde, sogenannte Paraphysen, sind zuweilen zwischen den Sporangien eingestreut. Die Sporangien gehen bei den echten Farnen aus einzelnen Epidermiszellen hervor und stellen häufig gestielte Kapseln dar (Abb. 52, B 3, 4). Das Aufspringen ist die Folge der stärkeren Verdickung eines meist ringförmig angeordneten Teiles der Zellen; dadurch werden ungleiche Spannungen hervorgerufen, die das Zerreißen an einer bestimmt vorgeschriebenen Stelle, dem Stomium, veranlassen. Der Ring (Annulus) hat gewöhnlich eine vertikale, seltener eine horizontale Richtung, oder er sitzt am Scheitel; zuweilen wird er durch eine Gruppe an der einen Seite des Sporangiums beieinander stehender, abweichend gebauter Zellen ersetzt.

Eine eigenartige weitere ungeschlechtliche Fortpflanzung ist die sogenannte Aposporie, eine Erscheinung, die darin besteht, daß sich unter Umgehung der eigentlichen Sporen neue Prothallien entwickeln. Einerseits kann diese Bildung von den Stielen oder Wänden der Sporangien ausgehen, sogenannte Soral-Aposporie, oder von den Blättern, besonders von den Spitzen derselben, sogenannte Spitzen-Aposporie; hierbei treten zuweilen auf kleinen Stielchen (Sterigmen) sitzende Brutknospen (Abb. 49, F) in die Erscheinung.

Die lebenden echten Farne zerfallen in acht Familien, und zwar nach der Beschaffenheit der Sporangien, während die fossilen, meist nur nach den sterilen Fiedern bekannten Farne in künstlicher Weise nach der Aderung gruppiert werden. Die Archaeopterides oder Urfarne und die Sphenopterides oder Keilfarne (Abb. 48, A) kennzeichnen sich durch am Grunde verschmälerte Fiedern letzter Ordnung; erstere, mit parallelen oder strahligen, gegabelten Adern ohne Mittelnerv, scheinen älter zu sein, da sie meist schon im Devon vorkommen, letztere, mit keilförmigen Fiedern, aber verhältnismäßig deutlichem Mittelnerv, treten besonders in der Kohlenperiode auf. Einen breiten Ansatz haben die Endfiedern der Pecopterides oder Kammfarne (Abb. 48, C), am Grunde eingeschnürt oder herzförmig sind sie bei den meist zungenförmigen Fiedern der Neuropterides oder Netzfarne (Abb. 48, B); bei beiden kommt auch Maschenaderung vor. Zu den Netzfarnen gehört vor allem die Gattung Glossopteris oder Zungenfarn (Abb. 48, E), die in der Kohlenzeit für eine durch Gletscherspuren auf kühlere Temperatur hindeutende Periode der Umgebung des Indischen Ozeans, des Kaplandes und Australiens charakteristisch ist.

Die Familie der **Hymenophyllaceae** oder **Hautfarne** besteht im allgemeinen aus zarten Kräutern, die in den beiden großen, je etwa 100 Arten zählenden Gattungen Hymenophyllum oder Hautfarn und Trichomanes oder Haarfarn die wärmeren Gegenden bewohnen, und zwar gewöhnlich als Epiphyten in den Regenwaldungen der Berggegenden. Sie haben meist feingefiederte Blätter (Abb. 49, D 1, K 1), selten sind Formen mit grobfiederigen (Abb. 49, C 1), zungenförmigen (Abb. 49, J 1), dreieckigen (Abb. 49, L 1), keilförmigen (Abb. 49, B 1) oder gar nierenförmigen (Abb. 49, A 1) bzw. rundlichen (Abb. 49, E 1) Blättern. Die Blattfläche zwischen den Nerven ist oft nur einschichtig. Die Sori stehen am Rande der Blätter, und zwar sitzen die Sporangien der über den Rand hinausragenden Blattader auf (Abb. 49, D 3), an der Basis umgeben von einem bei

Trichomanes röhren- oder becherförmigen (Abb. 49, A 2), bei Hymenophyllum zweilippigen (Abb. 49, K 2, J 2, L 2) Indusium. Die sitzenden oder kurzgestielten Sporangien tragen einen vollständigen queren (Abb. 49, B 3) oder schiefen (Abb. 49, D 4) Ring. Besonders gestaltete Sporophylle (Abb. 49, C 1) sind selten. Die stets einhäusigen Prothallien sind bei Trichomanes



Abb. 50: Baumfarne (Cyatheaceae).

A) Balantium culcita: 1) Fertile Fieder; 2) Sorus, vergrößert.
B) Dicksonia antarctica: 1) Fertile Fieder; 2) Sorus, vergr.
C) Cibotium barometz: 1) Fertile Fieder; 2) zwei Sori, vergr.; 3) eingerollte Knospe.
D) Dennstaedtia producta: 1) Fertile Fieder; 2) zwei Sori, vergrößert.
E) Alsophila australis: 1) Fertile Fieder; 2) zwei Sori, vergr.
F) Cyathea medullaris: 1) Fertile Fieder; 2) Endfieder, vergr.
G) Cyathea sinuata: 1) Habitus, stark verkleinert; 2) Teil eines Blattes mit Sori.
H) Hemitelia capensis: 1) Fertile Fieder; 2) drei Sori, vergrößert; 3) federförmige Adventivfieder.
J) Hemitelia grandiflora: Fertile Fieder.
K) Thyrsopteris elegans: 1) Fertile Fieder; 2) Sorus im Längsschnitt, vergrößert; 3) Sporangium, stark vergrößert.

fadenförmig mit äußerlich aufsitzenden Antheridien (Abb. 49, G 2) oder Archegonien (Abb. 49, G 3) oder besondere Zellkörper bildenden Archegonienträgern (Abb. 49, G 1), zuweilen zeigen sie freilich schon den Anfang von Flächenausdehnung. Bei Hymenophyllum (Abb. 49, M) sind die Prothallien wirklich flächenförmig, meist nur eine Zellage dick und bandförmig verzweigt.

Fossile Hymenophyllazeen sind schon aus der Kohlenzeit bekannt, es ist demnach eine sehr alte Farnfamilie.

Während sie im südlichen extratropischen Gebiet stärker verbreitet ist, hat sie in der nördlichen gemäßigten Zone nur wenige, wahrscheinlich als Reliktformen aus früheren Perioden übriggebliebene Arten. Die Gattung Hymenophyllum oder Hautfarn ist durch eine, auch in den Tropen weit verbreitete Art, H. tunbridgense, den Tunbridger Hautfarn, in Westeuropa und in der Sächsischen Schweiz vertreten; H. Wilsoni oder peltatum, eine noch in Irland und Norwegen vorkommende Pflanze, ist vielleicht nur eine Varietät davon. Auch die Gattung Trichomanes reicht bis Europa, indem T. speciosum noch in Südfrankreich und Irland gefunden wird.

Die Familie der **Cyatheaceae** oder **Baumfarne** ist gekennzeichnet durch den vollständigen, meist etwas schief verlaufenden, quer aufreißenden Ring der Sporangien. Diese sitzen, gewöhnlich zu vielen vereinigt und von einem becherförmigen Indusium umgeben, auf der Unterseite der Blätter auf den Blattadern. Die Baumfarne sind vorwiegend baumförmige Arten, welche die feuchten Gebiete beider Hemisphären bewohnen und vor allem häufig in den Gebirgsgegenden der wärmeren Gebiete anzutreffen sind; daß sie mehr auf Feuchtigkeit als auf Wärme sehen, zeigt ihr Vorkommen an der Westküste Neuseelands unmittelbar neben Gletschern sowie das Auftreten von Baumfarnen, wie Dicksonia antarctica (Abb. 50, B) und Alsophila australis (Abb. 50, E), in Südaustralien und Tasmania, in Gegenden, in denen gelegentlich sogar Schnee fällt. Besonders häufig sind die Baumfarne auf den hohen Gebirgen Neuguineas, des Malaiischen Archipels sowie der indischen Gebirge, vor allem in Ceylon und im Himalaja. In Afrika sind sie weniger stark vertreten, in Menge dagegen sind Baumfarne in Südamerika anzutreffen, besonders in den Anden, wo Alsophila frigida noch bis zu 4000 m Meereshöhe ansteigt.

Fossile Zyatheazeen sind in größerer Zahl bekannt. Während ihr Vorhandensein in der Kohlenperiode noch zweifelhaft ist, müssen sie im Jura schon häufig gewesen sein. Auch von manchen in der Kreide gefundenen Stammresten nimmt man nach der anatomischen Struktur die Zugehörigkeit zu dieser Familie an.

Von den sieben etwa 250 Arten umfassenden Gattungen dieser Familie sind artenreich nur die über die ganzen Tropen verbreiteten Gattungen Alsophila, Hemitelia und Cyathea, erstere beiden mit je 50, letztere mit 100 Arten. Sie bilden zusammen die Unterfamilie der **Cyatheae**, bei der die Sori auf dem Rücken oder in der Gabelung der Nerven stehen.

Bei der Gattung Cyathea oder Becherfarn (Taf. 11, a) sind die Sori von einem zuerst kugeligen oder schüsselförmigen, später unregelmäßig zerreißenden Indusium umschlossen. Hierher gehören neben zahlreichen amerikanischen und südasiatischen Arten die meisten Baumfarne des tropischen Afrika sowie viele Arten der Inseln der Südsee, von Neuseeland und Neukaledonien im Süden bis zur Insel Oshima bei Japan im Norden. Eine sehr merkwürdige Form ist C. sinuata, der gebuchtete Becherfarn (Abb. 50, G), ein kleiner, etwa 1 m hoher Baumfarn, der einzige Vertreter der Familie mit einfachen Blättern. Besonders bekannt sind zwei neuseeländische Arten, C. dealbata, der Silber-Becherfarn, dessen Blätter unterseits weiß bereift sind, und C. medullaris, der schwarze Becherfarn (Abb. 50, F), dessen Mark früher den Maori ein Nahrungsmittel lieferte. Beide sind häufig in Deutschland in Kalthäusern als Baumfarne in Kultur.

Bei der Gattung Hemitelia, dem Halbschleierfarn, ist das Indusium unvollständig oder schuppig. Diese Gattung ist nur in Amerika reichlich, in Südasien, der Südsee und Afrika dagegen spärlich vertreten. Interessant ist Hemitelia capensis, der Kapsche Halbschleierfarn, eine baumförmige Art, die einerseits an feuchten und schattigen Stellen in Natal und am Kap, anderseits in Südbrasilien vorkommt. Bei dieser Art finden sich häufig schmalblätterige Adventivfiedern (Abb. 50, H 3).

Die Gattung Alsophila oder Hainfarn (Taf. 11, a), deren Sori kein Indusium haben, ist reichlich in Amerika, Südasien und der Südsee, schwach in Afrika vertreten. Nur wenige Formen haben eine weite Verbreitung, so A. australis, der südliche Hainfarn (Abb. 50, E), ein bis 20 m hoher Baumfarn des ganzen

östlichen Australien bis Tasmania, ferner A. contaminans, auch A. glauca genannt, der blaugrüne Hainfarn, ein hoher, bestachelter Baumfarn mit sichelförmigen, unten blaugrünen Blattabschnitten, der vom Himalaja bis zu den Molukken und Formosa verbreitet ist, schließlich A. glabra, der kahle Hainfarn, der in Südasien sowie auf den Bonininseln heimisch ist und sogar in Südchile vorkommen soll. Mehrere Arten des Malaiischen Archipels liefern in ihren rotbraunen Spreuschuppen, welche die jungen Blätter umgeben, ein blutstillendes Mittel, Penghawar Djambie genannt, das früher auch als Agnus christi bekannt war.

Die Unterfamilie der **Thyrsopterideae** enthält nur die eine Gattung Thyrsopteris oder Traubenfarn.

Ihr einziger Vertreter Th. elegans kommt ausschließlich an feuchten Waldplätzen von Juan Fernandez vor. Es ist ein eigenartiger, $1^1/_2$ m hoher Baumfarn mit schmalfiederigem, sterilem Laub und gänzlich abweichenden spreitelosen fertilen Blättern, an denen die von einem halbkugeligen Indusium umgebenen Sporangien (Abb. 50, K) auf kurzen Stielen stehen.

Die Unterfamilie der **Dicksonieae** umfaßt drei Gattungen: Balantium, Dicksonia und Cibotium. Bei ihnen sitzen die Sori an der Spitze der Adern; sie sind von einer zweiklappigen Hülle umgeben, deren eine Hälfte aus dem Indusium besteht, während die andere von dem mehr oder weniger modifizierten Zahn des Blattrandes gebildet wird.

Die Gattung Balantium oder Beutelfarn hat die Fiedern überragende beutelförmige Sori. Von ihren drei Arten bewohnt je eine die Südsee, Südamerika und die Gebirgswälder Makaronesiens, nämlich Madeira, Tenerife und die Azoren. Von dieser, B. culcita, dem atlantischen Beutelfarn (Abb. 50, A), wird die wollige Behaarung des Blattgrundes als Kissenstopfmaterial verwendet. Es sind kräftige Farne mit sehr großen, bis vierfach gefiederten Blättern, deren Stämme sich aber nicht über den Boden erheben.

Die Gattung Dicksonia oder Taschenfarn hat den Fiederrand nicht überragende taschenförmige Sori mit ungleichen Klappen. Sie umfaßt zwölf Arten wirklicher Baumfarne, von denen die meisten in Australien und Polynesien heimisch sind, während in Südamerika drei und in Java eine Art vorkommt. Die in Ostaustralien, Tasmania und Neuseeland verbreitete, in Deutschland in Kalthäusern häufig kultivierte D. antarctica, der antarktische Taschenfarn (Abb. 50, B), hat bis 18 m hohe Stämme.

Die Gattung Cibotium oder Schatullenfarn ist durch die Gleichartigkeit der zwei die Sori umhüllenden Klappen gekennzeichnet; die Sori überragen den Fiederrand kaum. Es sind meist baumförmige Arten, von denen drei auf den Sandwichinseln, drei in Guatemala vorkommen, während eine auf den Philippinen heimisch ist und die letzte, C. barometz, der skythische Schatullenfarn (Abb. 50, C), vom Himalaja bis Formosa und Java verbreitet ist. Diese Art hat zu der Sage des vegetabilischen oder skythischen Lammes (tatarisch baranetz = Lämmchen) Anlaß gegeben, indem aus dem von rotgelben Spreuschuppen bedeckten kriechenden Wurzelstock nebst vier Blattstielstücken als Beinen und einem als Schwanz lammähnliche Gebilde hergestellt wurden. Die Spreuschuppen der jungen Blätter (Abb. 50, C 3) dienen wie die malaiischen Alsophila-Arten des Malaiischen Archipels als blutstillendes Mittel und kommen noch gelegentlich als Baromez, Seidenmoos, Agnus scythicus, nach Europa.

Zur Familie der **Polypodiaceae** oder **Tüpfelfarne** gehört bei weitem die größte Masse der Farne, darunter fast alle in Deutschland vorkommenden. Der Unterschied von den Baumfarnen liegt in dem Ring der Sporangien, der bei den Polypodiazeen streng vertikal steht und unvollständig ist, d. h. nicht ganz um das Sporangium herumreicht, sondern an der Basis eine Unterbrechung erleidet. Die Sporangien öffnen sich auch hier durch Querrisse und sind gestielt; sie sitzen, meist zahlreich zu Sori vereinigt, beisammen auf der Rückseite der Blätter, oft von verschieden gestalteten Indusien umgeben.

Die etwa 3000 Arten bewohnen die ganze Erde, sind aber in den Tropen am reichsten vertreten. Auch für die Tüpfelfarne gilt das für die Baumfarne Gesagte, daß Feuchtigkeit für sie wichtiger ist als hohe Temperatur; daher sind die feuchten Regionen der gemäßigten Zone reicher an Farnen als die trockenen Gebiete in den Tropen. Richtige Wüstenfarne gibt es überhaupt nicht, und auch die Steppenflora ist arm an Polypodiazeen und fast aller originellen Typen bar. Wo die Luft dagegen feucht ist, gedeihen Farne auch gut auf trockenen Standorten; so bildet diese Familie in den feuchten Gebieten der Tropen zahlreiche

Epiphyten, und auch in Deutschland wachsen in feuchten Gebirgsgegenden manche Arten in den Ritzen der Felsspalten. Interessant ist die auf der Vulkaninsel Krakatau bei Java gemachte Beobachtung, daß schon drei Jahre nach dem Ausbruch die in feuchter Atmosphäre liegende



Abb. 51: Flockenfarne (Woodsieae).

A) Onoclea sensibilis: 1) Steriles Blatt; 2) Wurzelstock; 3) fertiles Blatt; 4) Fiedern des fertilen Blattes, vergr.; 5) Hülle eines Sorus, vergr. | B) Struthiopteris germanica: 1) Fertiles Blatt; 2) Fieder eines sterilen Blattes; 3) Sorus im Durchschnitt, vergrößert; 4) Sporangium, vergrößert. | C) Woodsia ilvensis: 1) Habitus mit einem sterilen Blatt; 2) Fieder eines fertilen Blattes, vergrößert; 3) Sorus, vergrößert. | D) Cystopteris fragilis: 1) Steriles und fertiles Blatt; 2) Fieder eines fertilen Blattes, vergrößert; 3) Sorus, vergrößert.

Lavainsel ein dichtes Farnkleid aufwies; auch sonst gehören die Farne in den Tropen zu den ersten Bewohnern neugebildeter Inseln. Die arktische Region ist äußerst arm an Arten und entbehrt charakteristischer Formen, aber selbst im Urwald erlangen die Polypodiazeen

fast nie die stattlichen Dimensionen der Zyatheazeen, und baumförmige Arten sind in dieser Familie überhaupt selten.

Wie bei den Zyatheazeen ist die Verbreitung der Gattungen und Arten sehr verschieden. Während viele Gattungen und Arten eine überaus weite Verbreitung aufweisen, sind andere, namentlich solche der tropischen Bergregenwälder, auf ein enges Gebiet beschränkt. Auffallend ist auch hier das Zurücktreten Afrikas, ja sogar des feuchten Waldgebietes in Westafrika ähnlichen Gegenden Amerikas und Asiens gegenüber. Bemerkenswert ist ferner die große Mannigfaltigkeit der Farne, welche die feuchten, von Wald bedeckten Inseln der Tropen bewohnen. Sie findet ihre Erklärung in der leichten Verbreitung der feinen Farnsporen durch den Wind, in der Möglichkeit der Farne, an passenden Orten schnell Fuß zu fassen, indem die Prothallien ja Fortpflanzungsorgane beiderlei Geschlechts erzeugen, so daß eine einzelne hinzugewehte Farnspore schon genügt, um ein neues Gebiet für die betreffende Farnart zu erschließen. Es kommt noch hinzu, daß die Farne infolge ihrer oft vortrefflichen Anpassung an sehr schattige Lokalitäten sowie an epiphytische Lebensweise nicht so starkem Wettbewerb ausgesetzt sind wie viele andere Pflanzenfamilien.

Die Einteilung der Familie in neun Unterfamilien ist begründet auf Form und Stellung der Sori sowie auf Fehlen oder Vorhandensein und Lage des Indusiums.

Die Unterfamilie der **Woodsieae** oder **Flockenfarne** hat end- oder rückenständige Sori mit oberständigem, selten fehlendem Indusium. Sie ist eine kleine, acht Gattungen enthaltende Gruppe.

Durch stark modifizierte, sterile Blätter mit zusammengezogenen Fiedern sind die beiden Gattungen Onoclea und Struthiopteris gekennzeichnet, erstere mit zerstreut stehenden, letztere mit büschelig angeordneten Blättern. Die einzige Art der Gattung Onoclea oder Perlfarn, O. sensibilis, der reizbare Perlfarn (Abb. 51, A), ist ein stattlicher Sumpffarn Ostasiens sowie des atlantischen Nordamerikas, ein sehr gutes Beispiel der auf die Tertiärzeit zurückweisenden Florengemeinschaft der beiden Landstrecken. Die Fiedern zweiter Ordnung der fertilen Blätter sind rundliche, gelappte Gebilde, welche die Sporangien halb einhüllen und perlschnurartig angeordnet sind (Abb. 51, A 3—5); auch fossil ist diese Pflanze in der mittleren Tertiärzeit Nordamerikas konstatiert worden.

Die Gattung Struthiopteris oder Straußfarn enthält zwei Arten, St. germanica, den deutschen Straußfarn (Abb. 51, B und Taf. 11, b), und St. orientalis, den orientalischen Straußfarn. Während letzterer vom Himalaja bis Japan verbreitet ist, findet sich ersterer, wenn auch zerstreut auftretend, in Europa, im nördlichen Asien bis Japan und im atlantischen Nordamerika. Es ist ein schöner, stattlicher, in Deutschland an steinigen und beschatteten Bächen wachsender Farn, der 1—$1^3/_4$ m lange sterile Blätter mit jederseits 30—70 tief gelappten Fiedern (Abb. 51, B 2) hat; die viel kürzeren, $^1/_2$ m langen, starr aufrecht stehenden fertilen Blätter (Abb. 51, B 1) tragen linealische, kaum gelappte, zuerst fast walzig eingerollte (Abb. 51, B 3) Fiedern. Es ist eine schöne Kulturpflanze für feuchte, schattige Stellen in den Gärten.

Wenig verschiedene fertile und sterile Blätter haben die anderen Gattungen der Unterfamilie, von denen Woodsia und Cystopteris auch in Deutschland vertreten sind. Woodsia oder Flockenfarn, eine 16 Arten umfassende nordische und andine Gattung, trägt an ihren gewöhnlich behaarten Blättern schüsselförmige Indusien, die sich bei manchen Arten fast bis zum Grunde in Wimpern auflösen (Abb. 51, C 3). In Deutschland kommen zwei Gebirgsformen vor, W. ilvensis, der südliche Flockenfarn (Abb. 51, C), der sich an felsigen Abhängen unserer Mittelgebirge hier und da findet, im übrigen von Grönland und Nordamerika bis Kleinasien und Ostsibirien geht, sowie W. hyperborea, der nördliche Flockenfarn, mit schmalen Blättern und ähnlicher Verbreitung, der aber in Deutschland nur im Riesengebirge wächst.

Die Gattung Cystopteris oder Blasenfarn hat seitlich mit breiter Fläche angewachsene Indusien, die zuerst die Sori kapuzenförmig bedecken (Abb. 51, D 3), später zurückgeschlagen sind und häufig ganz abfallen (Abb. 51, D 2). Sie enthält fünf einander nahestehende zierliche Farne mit feingefiedertem Laub, welche in den gemäßigten Zonen der Erde heimisch sind. Am weitesten verbreitet ist der in Deutschland in Hohlwegen, an Baumwurzeln und in Felsritzen häufige zerbrechliche Blasenfarn, C. fragilis (Abb. 51, D), eine formenreiche, schattige und feuchte Orte liebende Art, die nicht nur die nördliche

gemäßigte und kalte Zone bewohnt, wo sie sogar noch in Spitzbergen und Kamtschatka vorkommt, sondern sich auch südlich bis Chile, Neuseeland und Kerguelen erstreckt. C. regia, der königliche Blasenfarn, eine



Abb. 52: Schildfarne (Aspidieae).

A) Polystichum lonchitis: Fertiles Blatt.
B) Nephrodium filix mas: 1) Fertiles Blatt, von unten; 2) einzelne Fiedern, vergrößert; 3) Längsschnitt durch den Sorus nebst Indusium; 4) Sporangium, im Begriff, sich zu öffnen; 5) Spore; 6) keimende Spore; 7) Prothallium, von unten; 8) Antheridium, die Spermatozoiden entlassend; 9) Spermatozoid; 10) Archegonium, im Längsschnitt; 11) Archegonium, von oben.
C) Nephrodium filix mas var. polydactylon.
D) Polystichum acrostichoides: 1) Blatt; 2) fertile Fieder.
E) Polystichum aculeatum var. cruciatum: 1) Blatt; 2) fertile Fieder.
F) Nephrodium cristatum: Fieder.
G) Nephrodium spinulosum: Fieder.
H) Nephrodium thelypteris: Fieder.
J) Polystichum angulare var. proliferum: Fieder und Adventivknospen.

ähnliche Art, mit feiner zerteilter Spreite, ist gleichfalls im Norden und Süden verbreitet, findet sich in Deutschland aber mehr in den Alpen und Voralpen. Durch von selbst abfallende Brutknospen auf den

Fiedern ist gekennzeichnet die nordamerikanische *C. bulbifera*, der **knollentragende Blasenfarn**. Langkriechende dünne Wurzelstöcke hat *C. montana*, der **Gebirgs-Blasenfarn**, ein in der nördlichen gemäßigten



Abb. 53: **Doppelfarne** (*Dipteris*), **Oleanderfarne** (*Oleandreae*) und **Krugfarne** (*Davallieae*).

A) *Microlepia speluncae*: 1) Fieder; 2) Sorus, vergrößert. B) *Davallia bullata*: 1) Habitus; 2) fertile Fieder, vergrößert; 3) Sorus, stark vergrößert. C) *Nephrolepis davallioides*: 1) Fieder; 2) Teil einer jungen Fieder, vergrößert; 3), 4) Sorus mit und ohne Indusium. D) *Nephrolepis cordifolia*: 1) Blatteil, von oben; 2) Fieder, von unten; 3) Sorus, vergr.; 4) Wurzelstock mit Knollen. E) *Dipteris conjugata*: 1) Blatt, verkl.; 2) Blatteil mit Sori. F) *Oleandra neriiformis*: 1) Habitus, verkleinert; 2) Stück des Blattes mit Sori. G) *Lindsaya cultrata*: 1) Habitus; 2) Fieder, vergrößert.

Zone weitverbreiteter kalkliebender Schattenfarn, der in den Alpen häufig ist, in Deutschland aber nur im feuchten Geröll der Bayrischen Alpen vorkommt. Auch *C. sudetica*, der **Sudeten-Blasenfarn**,

ein im übrigen nordasiatischer, durch dicht drüsig behaarte Indusien gekennzeichneter Farn, streift nur noch gerade Deutschland, indem er sich in den Gebirgswäldern des Mährischen Gesenkes findet.

Die Unterfamilie der **Aspidieae** oder **Schildfarne** hat auf dem Rücken der Nerven stehende Sori mit oberständigem Indusium, das aber oft fehlt. Sie enthält 15 Gattungen, von denen die meisten tropisch sind, darunter viele mit nur wenigen Arten.

In der gemäßigten Zone und auch in Deutschland sind nur die beiden Gattungen Nephrodium und Polystichum vertreten, erstere mit nierenförmigem, letztere mit schildförmigem Indusium. Schildförmig ist auch das Indusium der Gattung Aspidium, zu der man früher die jetzigen Polystichum-Arten zählte, während die jetzigen Nephrodien früher als zu Polystichum, ja häufig auch als zu Aspidium gehörig angesehen wurden. Hierdurch ist eine große Verwirrung in der Namengebung entstanden. Dazu kommt noch, daß es viele Formen mit verkümmertem oder ganz fehlendem Indusium gibt, die man früher als besondere Gattungen, z. B. Phegopteris, ansah, während man sie jetzt meist zu Nephrodium rechnet.

Zu Nephrodium, dem Nierenfarn, einer etwa 250 Arten umfassenden Gattung, gehört vor allem N. filix mas, der Wurmfarn (Abb. 52, B, C), einer unserer gemeinsten Farne, der in sehr mannigfachen Formen nicht nur über die nördliche gemäßigte Zone verbreitet ist, sondern auch in Südamerika bis nach Peru, Brasilien und Argentinien vordringt und in der Südsee die Sandwichinseln bewohnt. In den Alpen steigt er bis zu 2500, im Himalaja sogar bis zu 5000 m hinauf. Es ist ein in Wäldern und Gebüschen häufiger, bis 1 m hoher Farn, dessen Wurzelstock eins der besten Mittel zum Abtreiben von Bandwürmern darstellt und schon den alten Griechen als Medikament bekannt war. Die Blätter werden in Sibirien gelegentlich als Ersatz des Hopfens beim Bierbrauen gebraucht. — Feuchte Wälder und Sümpfe bewohnt N. cristatum, der kammförmige Nierenfarn (Abb. 52, F), der nur halb so groß wird, auch nicht ganz so weit verbreitet und in Deutschland viel weniger häufig ist. Er ist an seinen scharfgesägten Blattabschnitten leicht erkennbar. — Scharf dornig gesägt sind die Blattabschnitte bei N. spinulosum, dem dornigen Nierenfarn (Abb. 52, G), einer gleichfalls sehr verbreiteten und vielgestaltigen nordischen Art, die ebenfalls feuchte und sumpfige Wälder bewohnt und auch in vielen Teilen Deutschlands häufig ist. Sie unterscheidet sich von den vorhergehenden ferner durch die doppelte, ja sogar bis vierfache Fiederung der Blätter. Auch Bastarde mit den zwei vorhergenannten Arten sind beobachtet worden, aber schwer zu unterscheiden. — Gleichfalls doppelt gefiedertes Laub hat N. rigidum, der steife Nierenfarn, der durch starke Spreuschuppenbekleidung und gelbliche Drüsenhaare der Blattunterseite gekennzeichnet ist und hauptsächlich im Mittelmeergebiet und in den Alpen vorkommt, in Deutschland aber nur im Geröll und an den Felsen der Bayrischen Alpen angetroffen wird. — Eine sehr weite Verbreitung hat N. thelypteris, der Sumpf-Nierenfarn (Abb. 52, H), der sumpfige Wiesen und Wälder bewohnt und sich durch den kriechenden Wurzelstock, die meist kahlen Wedelstiele und die kammförmige Anordnung der linealisch-lanzettlichen, bei den fertilen Blättern am Rande zurückgerollten Fiederabschnitte unterscheidet. Die Sori fließen zuletzt oftmals zusammen. Der Farn wächst in Deutschland zwar zerstreut, ist aber doch ziemlich häufig, besonders und in großen Mengen als geselliger Sumpffarn der Ebene, während er das Gebirge meidet. — Bevorzugt wird das Gebirge dagegen von N. montanum, dem Berg-Nierenfarn, der in Europa namentlich die sonnigen und trockenen Bergwälder bewohnt und sich durch einen aufrechten Wurzelstock, mit braunen Schuppen besetzte Wedelstiele und unterseits drüsiges Laub mit stumpfen Abschnitten kennzeichnet. — Zur früheren Gattung Phegopteris gehören drei deutsche Waldfarne mit kriechenden Wurzelstöcken und im Umfang dreieckigen, weitlaubigen Blättern, nämlich N. phegopteris (Phegopteris polypodioides), der Buchenfarn, mit flaumhaarigem Laub, N. dryopteris, der Eichenfarn, mit kahlem, sehr breit dreieckigem Laub, und N. Robertianum, der trockene, steinige Gebirgswälder bevorzugende Storchschnabelfarn, mit unterseits drüsenhaarigem Laub und später meist zusammenfließenden Sori.

Die Gattung Polystichum oder Punktfarn enthält in ihrer jetzigen Fassung etwa 75 meist starrblätterige Farnarten. Sehr charakteristisch für diese Gattung ist P. lonchitis, der sichelförmige Punktfarn (Abb. 52, A), ein besonders die Gebirge Europas bewohnender, aber auch noch in Grönland und im Himalaja vorkommender schöner und daher als Zierpflanze Verwendung findender Farn mit lanzettlichem, einfach gefiedertem, glänzend dunkelgrünem, starrem Laub und etwas sichelförmigen, am Rande dornig gesägten Fiedern. — Doppeltgefiedertes Laub haben P. aculeatum, der stachelige Punktfarn (Abb. 52, E), P. lobatum, der gelappte Punktfarn, sowie P. Braunii, Brauns Punktfarn, drei weitverbreitete und einander nahestehende Farne der schattigen Gebirgswälder, die sämtlich in Deutschland vorkommen, aber nicht sehr häufig sind. Kultiviert werden noch manche andere Arten dieser Gattung,



a) Baumfarne (Cyathea und Alsophila) in Ceylon. Nach Photographie.



b) Deutscher Straußfarn (Struthiopteris germanica). Nach Photographie von Nenke und Ostermaier in Dresden.



c) Weiblicher Streifenfarn (Athyrium filix femina). Nach Photographie von W. Köhler in Tegel.

wie z. B. der Adventivknospen bildende eckige Punktfarn, P. angulare var. proliferum (Abb. 52, J), der dunkelgrüne beckfarnartige Tüpfelfarn, P. acrostichoides (Abb. 52, D), der weitverbreitete kapsche Punktfarn, P. capense.

Sehr mannigfache Blattgestaltung zeigt die etwa 80 Arten umfassende Gattung Aspidium oder Schildfarn, von der A. Leuzeanum im Monsungebiet und Polynesien sogar baumförmigen Charakter hat und bis 10 m hoch wird.

Mehrere Gattungen haben recht verschieden gestaltete fertile und sterile Blätter. Bei Fadyenia prolifera, einem Farn der Antillen, bildet die lang vorgezogene Spitze der ungeteilten sterilen Blätter eine Adventivknospe mit deutlicher Bewurzelung. Gänzlich verkümmerte Spreiten haben die fertilen, mehrfach gefiederten Blätter der in den Tropen weit verbreiteten, früher zu den Akrosticheen gestellten Gattung Polybotrya oder Vieltraubenfarn, was z. B. bei der in Polynesien sehr häufigen epiphytischen P. articulata, dem gegliederten Vieltraubenfarn (Abb. 59, E), gut erkennbar ist.

Auch handförmig zerteiltes Laub findet sich bei dieser Unterfamilie, so bei dem chinesischen Handfarn, Cheiropteris palmatopeda, sowie bei dem eigentümlichen Doppelfarn, Dipteris (Abb. 53, E), einer Gattung, die mit vier Arten Südostasien, namentlich die Gebirge Malesiens, bewohnt und dort in gewisser Meereshöhe häufig geradezu bestandbildend als Unterholz in den Waldungen auftritt.

Die Unterfamilie der **Oleandreae** oder **Oleanderfarne** unterscheidet sich von den Aspidieen dadurch, daß die Blätter gegliedert an dem Wurzelstock sitzen, und zwar sind sie bei der einzigen, über die Tropen verbreiteten Gattung Oleandra lanzettlich, ganzrandig und ungeteilt.

Am bekanntesten ist die auch in Kultur genommene zentralamerikanische O. nodosa, der kriechende Oleanderfarn, mit horizontal kriechendem Wurzelstock und zweizeiliger Beblätterung, sowie die in den Tropen weit verbreitete O. neriiformis, der kletternde Oleanderfarn (Abb. 53, F), mit kletterndem Stengel und mehrzeiligen Blättern.

Die Unterfamilie der **Davallieae** oder **Krugfarne** hat randständige oder nahe dem Rande der Blattfiedern stehende Sori, deren Indusium an der dem Blattrande entgegengesetzten Seite befestigt ist. Sie umfaßt 15 im wesentlichen die Tropen bewohnende Gattungen von sehr verschiedenem Aussehen.

Formen mit feinzerschnittenem Laub finden sich vor allem in den ziemlich artenreichen Gattungen Davallia oder Krugfarn (Abb. 53, B) und Microlepia oder Napffarn (Abb. 53, A). Es sind meistenteils Epiphyten der tropischen Waldbäume, häufig mit tief zerschlitztem, an Hymenophyllazeen erinnerndem Laub, gegen Austrocknung geschützt durch starke haar- oder schuppenförmige Bekleidung der kletternden Wurzelstöcke. In Samoa gibt es sogar eine Davallie mit außerordentlich stark reduziertem Laub, so daß es ihr möglich ist, ähnlich wie die Bartflechte oder manche Tillandsien von den Ästen der Bäume fast fadenförmig herabzuhängen. Einige hübsche Arten dieser Gattung sind in Kultur genommen worden, so z. B. Davallia pentaphylla aus Malesien und Melanesien, D. canariensis, eine mehr Felsen und Mauern bewohnende als epiphytische Pflanze Makaronesiens, Marokkos und Spaniens, ferner D. bullata und die sehr schöne D. fidjiensis. Etwas gröberes Laub haben die Gattungen Lindsaya oder Sichelfarn und Dennstaedtia oder Schüsselfarn, erstere (Abb. 53, G) mit einseitig entwickelten, meist etwas sichelartigen Fiederhälften, letztere (Abb. 50, D) mit schüsselförmigem, zweiklappigem Indusium, dessentwegen sie häufig zu den Zyatheazeen gestellt wird.

Noch gröberes Laub mit kaum eingeschnittenen Fiedern hat die in den Tropen ungemein häufige Gattung Nephrolepis, der Nierenschuppenfarn (Abb. 53, C, D), eine Gattung, die durch ihre nierenförmigen Indusien leicht kenntlich ist. Es sind sowohl Erdfarne als auch Epiphyten, teilweise sogar hoch kletternde; N. cordifolia (oder tuberosa), der knollentragende Nierenschuppenfarn (Abb. 53, D), hat haselnußgroße, eßbare Knollen, andere Arten sind am Ende der Seitenadern mit Bläschen von ausgeschiedenem Kalk bedeckt. In Deutschland werden verschiedene Formen in Gewächshäusern kultiviert, z. B. N. exaltata, N. Pearsoni und N. bostoniensis, die sich auch sehr gut für Zimmerkulturen eignen.

Einige Gattungen dieser Unterfamilie tragen die Sori in langen Streifen und ähneln daher den Pterideen, sind aber durch das Indusium leicht zu unterscheiden.

Die Unterfamilie der **Asplenieae** oder **Streifenfarne** ist durch längliche bis linealische Sori gekennzeichnet, die aber nicht am Rande, sondern längs den Nerven der Fiedern stehen und auch von einem Indusium bedeckt werden, das von der Seite der Nerven herkommt.

Sie umfaßt 15 Gattungen, die sich in zwei Tribus gruppieren, je nachdem die Sori dem Mittelnerv oder den Seitennerven parallel laufen.



Abb. 54: Rippenfarne (Blechninae) und Hirschzunge (Scolopendrium).

A) Scolopendrium rhizophyllum: Blatt mit Adventivknospe. B) Scolopendrium vulgare: Fertiles Blatt. C) Scolopendrium Delavayi: Fertiles Blatt. D) Blechnum spicant: 1) Habitus; 2) fertile Fieder. E) Blechnum brasiliense: Fertile Fieder. F) Woodwardia radicans: 1) Teil eines fertilen Blattes; 2) Teil einer fertilen Fieder, vergrößert. G) Doodia aspera: 1) Steriles Blatt; 2) fertiles Blatt.

Die erste Tribus dieser Unterfamilie wird von den Blechninae oder Rippenfarnen gebildet.

Hierher gehört vor allem die auch in Deutschland vertretene Gattung Blechnum oder Rippenfarn, die mit 50—60 Arten die ganze Erde bewohnt, aber die südliche Halbkugel und die Südsee bevorzugt. Bei dieser auch Kletterpflanzen umfassenden Gattung bilden die Sori lange Längslinien neben dem Mittelnerv der Fiedern (Abb. 54, E). Bei vielen Arten (Sektion Lomaria) sind die fertilen Blätter schmäler

gefiedert und stehen starr aufrecht; dies ist der Fall bei dem gemeinen Rippenfarn, B. spicant (Abb. 54, D), einer in Deutschland in feuchten, schattigen Wäldern vorkommenden Art, die auch häufig als Freilandfarn kultiviert wird. Diese Art hat eine merkwürdig disjunkte Verbreitung: sie bewohnt einerseits das westliche und nördliche Europa sowie die Gebirge Makaronesiens, anderseits die Küsten des nördlichen Pazifischen Ozeans, wie Japan, Kamtschatka, Alaska, Kalifornien.

Durch getrennte, reihenweise angeordnete, wurstförmige Sori und maschige Aderung sind die beiden Gattungen Woodwardia und Doodia gekennzeichnet, erstere (Abb. 54, F) mit in Grübchen eingesenkten,



Abb 55: Streifenfarne (Asplenieae).

A) Athyrium filix femina: Fertile Fieder, vergrößert.
B) Asplenium flaccidum var. bulbiferum: 1) Blatt mit Adventivknospen; 2) fertile Fieder, vergrößert.
C) Asplenium viride: 1) Habitus; 2), 3) fertile Fiedern, vergr.
D) Asplenium septentrionale: Habitus.
E) Asplenium ruta-muraria: 1) Blatt; 2) sterile Fieder, vergr.
F) Asplenium adiantum nigrum: 1) Blatt; 2) fertile Fieder.
G) Asplenium alatum: Teil des Blattes.
H) Ceterach officinarum: 1) Habitus; 2) ein einzelner fertiler Fiederabschnitt, vergrößert.
J) Diplazium polypodioides: 1) Fieder; 2) fertiler Fiederabschnitt, vergrößert.

letztere (Abb. 54, G) mit oberflächlich sitzenden Sori. Die Gattung Woodwardia, der Grübchenfarn, enthält 5—6 Arten erdbewohnender Waldfarne der nördlichen Hemisphäre, von denen die in Asien und Amerika weit verbreitete W. radicans, der wurzelnde Grübchenfarn, sich auch noch in Südeuropa findet. Im mittleren Tertiär war die Pflanze auch in Mitteleuropa verbreitet. Doodia ist eine kleine Gattung der Südsee, besonders Australiens, die aber in mehreren dornig gezähnten Arten in Europa häufig in Warmhäusern kultiviert wird und ausgebildeter Apogamie wegen bemerkenswert ist.

Die zweite Tribus, die der Aspleniinae oder Milzfarne, hat unter ihren zehn Gattungen nicht weniger als vier, die auch in Deutschland Vertreter haben.

An erster Stelle ist hier die Gattung Scolopendrium oder Hirschzunge zu nennen, bei der zwei benachbarte Sori stets derart miteinander verschmelzen, daß sie beiderseits von je einem Indusium eingehüllt werden. Es sind Farne mit einfachen, nicht gefiederten Blättern von recht verschiedener Gestalt. S. vulgare,

die gemeine Hirschzunge (Abb. 54, B), findet sich in Deutschland an schattigen und dunklen Plätzen, z. B. in Gebirgswäldern, an Felsen, in hohlen Bäumen, gemauerten Brunnen usw.; sie ist weit über Europa, Amerika und Asien verbreitet und wird auch oft kultiviert, wobei sie sehr zu Monstrositäten neigt. Früher dienten die Blätter als Wundmittel und bei Milzleiden. Von den übrigen elf Arten ist die Mehrzahl amerikanisch, zum Teil brasilisch. Im atlantischen Nordamerika ist das schmalblätterige S. rhizophyllum (Abb. 54, A) recht häufig, eine Art, die vermöge ihrer Wurzeln treibenden Adventivknospen an der Spitze des Blattes weiterkriecht und daher mit Recht als „wanderndes Blatt" bezeichnet wird. Einige Arten haben dagegen rundliche Blätter, z. B. S. Delavayi (Abb. 54, C) aus Südchina, dessen Blätter mehr einer Haselwurz (Asarum) als einem Farnwedel ähneln. — Die namentlich in Nordamerika und Ostasien vorkommende Gattung Athyrium oder Streifenfarn, die sich durch die Weichheit der Spreuschuppen, vor allem aber durch anatomische Merkmale von Asplenium unterscheidet, hat in Deutschland zwei Vertreter, A. filix femina, den weiblichen Streifenfarn, und A. alpestre, den Gebirgs-Streifenfarn. Ersterer (Abb. 55, A; Taf. 11, c) ist ein in der nördlichen gemäßigten Zone weit verbreiteter, bis meterhoher Farn, mit Ausstrahlungen über das Mittelmeergebiet bis Abessinien und Makaronesien, über die Anden bis Peru. In Deutschland ist er in schattigen Wäldern häufig; er ist dem Wurmfarn (Nephrodium filix mas) im Wuchs ähnlich, aber weichlaubiger, heller grün und zarter gebaut: daher „weiblicher Farn"; auch durch die spitzeren Fiedern sowie die länglichen, von einem gefransten Indusium seitlich umhüllten Sori ist er leicht zu unterscheiden. Sein Wurzelstock wird als Surrogat des Wurmfarnes benutzt, als Freilandfarn findet man ihn häufig in Kultur. A. alpestre, der Alpen-Streifenfarn, ist in den Gebirgen Europas, Kleinasiens und des pazifischen Nordamerikas heimisch; er ist der vorigen Art sehr ähnlich, hat aber kleinere Sori und verkümmerte Indusien. Weit stattlicher ist in den Tropen der Alten Welt A. umbrosum, der schattenliebende Streifenfarn, mit bis zu 2 m langen Blättern.

Die in den feuchten Tropen weit verbreitete, 60—70 Arten umfassende Gattung Diplazium oder Doppelhaufenfarn (Abb. 55, J) ist durch die beiderseits an den Adern in Doppelreihen stehenden Sori gekennzeichnet, die von zwei von der Ader nach beiden Seiten ausgehenden Indusien bedeckt sind. Auch bei dieser Gattung finden sich häufig Adventivknospen auf den Blättern. D. esculentum, der eßbare Doppelhaufenfarn, in Südasien und Australien gibt in seinen jungen Sprossen ein eßbares Gemüse.

Die über die ganze Erde verbreitete Gattung Asplenium oder Milzfarn mit starren, dunkelfarbigen Spreuschuppen enthält etwa 200 Arten, die zum Teil äußerst schwierig voneinander zu unterscheiden sind. In Deutschland allein finden sich schon zehn Arten, drei davon mit einfach gefiedertem Laub, nämlich der in Fels- und Mauerritzen zahlreich anzutreffende braunstielige Milzfarn, A. trichomanes, mit starrer, dunkelbrauner Spindel, ein fast kosmopolitischer, selbst in den Tropen auf den höheren Gebirgen häufiger Felsenfarn, sodann der ihm sehr ähnliche, aber weniger häufige und nur auf der nördlichen Hemisphäre vorkommende grünstielige Milzfarn, A. viride (Abb. 55, C), mit weicher, grüner Spindel, sowie endlich der auf Serpentin beschränkte und nur in Mitteleuropa konstatierte täuschende Milzfarn, A. adulterinum, mit unten brauner, oben grüner Spindel, vielleicht nur ein Bastard der beiden genannten Arten. Von den heimischen Arten mit mehrfach gefiedertem Laub ist am häufigsten das in Felsspalten und an Mauern wachsende, früher in seinen Schleim führenden und adstringierenden Blättern offizinelle A. ruta-muraria, die Mauerraute (Abb. 55, E), eine vielgestaltige Felsenpflanze der nördlichen gemäßigten Zone mit verhältnismäßig breiten Fiedern; auch A. septentrionale, der nördliche Milzfarn (Abb. 55, D), ein Felsenfarn mit ähnlicher Verbreitung wie die Mauerraute, aber mit aus nur 2—4 sehr schmalen, gestielten Fiedern bestehendem Laub, ist in Deutschland mit Ausnahme der Ebenen häufig. A. germanicum, der deutsche Milzfarn, ein sehr zerstreut wachsendes Pflänzchen, wird als Bastard zwischen A. trichomanes und septentrionale angesehen. Die übrigen in Deutschland vorkommenden Arten haben mehrfach gefiedertes Laub; in Mittel- und Süddeutschland zerstreut in Felsspalten und an steinigen, schattigen Orten wächst A. adiantum nigrum, der schwarze Milzfarn (Abb. 55, F), eine noch am Kap und im Himalaja vorkommende, sehr vielgestaltige Art. Auf Südwesteuropa beschränkt und in Westdeutschland nur selten anzutreffen ist A. fontanum, der Quellen-Milzfarn, ein an feuchten Felsen, aber nicht an Quellen wachsender Farn mit eckig gezähnten, breiten Fiederchen. Im atlantischen Europa bis Makaronesien und St. Helena heimisch ist A. lanceolatum, der lanzettliche Milzfarn, der Deutschland nur in den Vogesen berührt, feuchte Felsen und schattige Gebirgswälder liebt und breit lanzettliches Laub mit scharf gesägten, verkehrt eiförmigen Zipfeln hat. Die letzte in Deutschland heimische Art, A. fissum, der zerteilte Milzfarn, ist ein zierlicher Felsenfarn mit keilförmigen Endfiedern, der die Kalkalpen sowie die angrenzenden südlichen Länder bewohnt, in Deutschland aber nur in Oberbayern auftritt.



a) Nestfarne (Asplenium nidus) aus Deutsch-Ostafrika.
Nach Photographie von Vincenti in Daressalam.



b) Gemeiner Tüpfelfarn (Polypodium vulgare).
Nach Photographie von W. Köhler in Tegel.



c) Adlerfarn (Pteridium aquilinum).
Nach O. E. F. Schulz, „Natur-Urkunden“ (Berlin, P. Parey).

Die exotischen Arten sind von überaus mannigfacher Blattform. Die Sektion Darea hat z. B. feingeteilte Blätter mit schmal linealen Endsegmenten, der häufig in Kultur befindliche zweigestaltige Milzfarn, Asplenium dimorphum, von der Norfolkinsel hat sogar neben den linealischen fertilen Fiedern noch sterile mit breiten Blättern. Der südamerikanische geflügelte Milzfarn, A. alatum (Abb. 55, G), hat geflügelte Spindeln. Auch Adventivknospen kommen oft vor, z. B. bei dem schlaffen Milzfarn, A. flaccidum (Abb. 55, B), ferner bei dem über die wärmeren Gegenden der Alten Welt verbreiteten, in Deutschland außerordentlich häufig kultivierten knollentragenden Milzfarn, A. bulbiferum, bei dem tropisch afrikanischen knospentragenden Milzfarn, A. gemmiferum, usw. Besonders auffallend ist A. nidus, der bekannte Nestfarn (Taf. 12, a), dessen ungeteilte Blätter bis 1 m lang werden, ein in den wärmeren Gegenden sowohl als Felsenfarn als auch als Epiphyt auftretender Farn.

Die zuweilen gleichfalls mit Asplenium vereinigte Gattung Ceterach oder Vollfarn hat fiederspaltige Blätter mit gerundeten Segmenten, meist dichter Spreuschuppenbekleidung an der Unterseite des Laubes und verkümmertem Indusium. Von den 3—4 hauptsächlich in Afrika und im Mittelmeergebiet verbreiteten Arten kommt der Schuppen-Vollfarn, C. officinarum (Abb. 55, H), auch in Deutschland, in Norddeutschland freilich nur an wenigen Stellen, in Felsspalten und an alten Mauern vor. Es ist eine gut an Trockenheit angepaßte Pflanze, die in den Alpen noch bis 2500 m Meereshöhe ansteigt, und deren Blätter früher bei Milzkrankheiten offizinell waren.

Die Unterfamilie der **Pterideae** oder **Saumfarne** enthält über 30 Gattungen. Sie ist durch längliche oder linealische Sori gekennzeichnet, die entweder auf den Adern selbst oder auf ihren Querverbindungen stehen und gewöhnlich kein Indusium haben; dagegen übernimmt oft der umgeschlagene Blattrand die schützende Funktion des Indusiums. Diese Unterfamilie zerfällt in vier Gruppen von Gattungen, in die Gymnogramminae, bei denen die Sori weite Strecken der Nerven bedecken, die Cheilanthinae, bei denen sie nur die äußersten Spitzen der Nerven bedecken, indem sie freilich häufig zusammenfließen, die Adiantinae, bei denen die Sori das Ende der Adern einnehmen und von dem umgeschlagenen Randlappen bedeckt sind, und die Pteridinae, bei denen die Sori auf den Randnerven der Fiedern stehen und meist auch von dem umgeschlagenen Rande bedeckt sind.

Die Tribus der Gymnogramminae oder Linienfarne umfaßt zehn im wesentlichen tropische Gattungen, teils mit fächeriger, teils mit fiederiger Aderung der häufig behaarten Blätter.

Die Blätter sind sehr verschiedenartig geformt, selten einfach oder gelappt, gewöhnlich mehr oder weniger gefiedert, an Pteris, Athyrium, Gleichenia, zuweilen sogar an Umbelliferenblätter erinnernd. Manche Arten haben goldgelb bestäubte Blattunterseiten, z. B. der andine goldglänzende Nacktlinienfarn, Gymnogramme aureo-nitens, sowie der schwefelgelbe Nacktlinienfarn, G. sulphurea, eine Felspflanze der Antillen. Weiß, rosenrot oder gelb bestäubt ist der zierliche Silber-Nacktlinienfarn, G. argentea, Südafrikas. Wachs ausscheidende Drüsenhaare an der Blattunterseite hat unter anderem der in den Tropen weit verbreitete Netzlinienfarn, Neurogramme calomelanos (Abb. 56, F).

Die Tribus der Cheilanthinae oder Randfarne enthält gleichfalls zehn Gattungen.

Hierher gehört die sehr artenreiche, über die tropischen Kontinente verbreitete Gattung Pellaea oder Gliederstielfarn (Abb. 56, H), die sich durch sehr verschieden geformte Blätter mit gegliedert gestielten Fiedern kennzeichnet. — Die besonders in den Anden und Südafrika vorkommende, Trockenheit liebende Gattung Notochlaena oder Filzfarn hat häufig unterseits wollfilzige, zuweilen auch von gelbem oder weißem Wachs bedeckte Blätter mit oft zusammenfließenden Sori. Am bekanntesten ist N. marantae, der mediterrane Filzfarn, mit unterseits dicht beschuppten Blättern, der im Orient, in Abessinien, Makaronesien und im Mittelmeergebiet verbreitet ist und sich noch in Südfrankreich und den Südalpen findet. Eine Reihe von Arten dieser Gattung ist auch in Kultur genommen worden. — Die nahe verwandte, gleichfalls artenreiche Gattung Cheilanthes, der Keuladerfarn, der sich besonders durch die am Ende verdickten Blattadern unterscheidet, bewohnt ebenfalls trockene Lokalitäten, dringt aber namentlich in Ostasien und Amerika weiter nördlich vor; auch Persien, Arabien, St. Helena, die Kanarischen Inseln und das Mittelmeergebiet haben Vertreter der Gattung, einige Arten, wie die südafrikanische Ch. hirta und die mittelamerikanische Ch. viscosa, sind in Kultur genommen worden, ebenso die aus

dem wärmeren Amerika stammende Ch. microphylla. Als Silberfarne sind bekannt die unterseits von weißem Wachs bedeckten Arten Ch. farinosa, der mehlige Keuladerfarn, ein in den Tropen weit verbreiteter, besonders im Himalaja gemeiner Farn, und Ch. argentea, der in Ostasien bis Kamtschatka heimische silberfarbene Keuladerfarn (Abb. 56, G), während die sehr zierliche, durch ihre



Abb. 56: Linienfarne (Gymnogramminae), Randfarne (Cheilanthinae) und Krempelfarne (Adiantinae).

A) Adiantum peruvianum: 1) Fertile Fiedern, natürl. Gr.; 2) Sorus, stark vergrößert. B) Adiantum polyphyllum: 1) Fiedern; 2) drei Sori, vergrößert. C) Adiantum reniforme: 1) Blatt; 2) drei Sori. D) Adiantum cuneatum: 1) Fieder; 2) fertiler Fiederabschnitt, vergrößert. E) Adiantum capillus veneris. F) Neurogramme calomelanos: 1) Fieder; 2) Sori. G) Cheilanthes argentea: Blatt. H) Pellaea hastata: Fiedern. J) Cryptogramme aurata: 1) Fertile Fieder; 2) fertiler Fiederabschnitt, vergrößert; 3) sterile Fieder. K) Cryptogramme crispa: 1) Steriles Blatt; 2) fertiles Blatt; 3) fertiler Fiederabschnitt, vergrößert.

zwei- bis dreifach fiederspaltigen, unterseits filzigen Blätter auffallende west- und zentralamerikanische Ch. gracillima als Spitzenfarn bezeichnet wird. — Von den Gattungen dieser Unterabteilung mit abweichenden fertilen Blättern ist der mexikanische Hochlandsfarn Llavea cordifolia, der einzige, übrigens seit langem in Deutschland kultivierte Repräsentant der Gattung, dadurch interessant, daß das reich und mehrfach gefiederte Blatt im unteren Teile breite, rundlich-eiförmige, gezähnte, sterile Fiedern trägt, während die

fertilen Fiedern, die sich an der Spitze des Blattes befinden, linealisch geformt sind. — Cryptogramme, der Rollfarn, eine in ihren acht Arten meist die nördliche gemäßigte Zone bewohnende Gattung, hat recht



Abb. 57: Saumfarne (Pteridinae) und Striemenfarne (Vittarieae).

A) Pteris quadriaurita: 1) Unterer Teil des Blattes; 2) Fiederteil mit Sori.
B) Pteris cretica: 1) Blatt; 2) Fiederteil mit Sori; 3) Prothallium; 4) dasselbe mit jungem Pflänzchen.
C) Pteridium aquilinum: 1) Teil des Blattes; 2) Fieder mit Sori; 3) Teil des fertilen Blattrandes mit Indusien; 4) Querschnitt durch den Wurzelstock, mit Doppeladler; 5) Spermatozoid; 6) Archegonium im Längsschnitt.
D) Actiniopteris radiata: 1) Habitus; 2) einige Blattfiedern, etwas vergrößert.
E) Hecistopteris pumila: 1) Habitus; 2) Teil des Sorus.
F) Monogramme graminea: Habitus.
G) Monogramme paradoxa: 1) Habitus; 2) Teil des Sorus.
H) Vittaria elongata: Habitus.
J) Antrophyum plantagineum: Habitus, fertiles Blatt.

verschieden aussehende sterile und fertile Blätter. Der krause Rollfarn, C. crispa (Abb. 56, K), ist eine Geröll- und Felsenpflanze der Gebirge Europas und Vorderasiens; in Deutschland findet er sich nur an einzelnen Stellen der Vogesen, des Schwarzwaldes, des Bayrischen Waldes und des Riesengebirges

als Seltenheit, in Felsritzen wachsend. Eine andere, der früher als Gattung abgetrennten Sektion Onychium angehörende Art, C. aurata, der goldige Rollfarn (Abb. 56, J), ist in den Gebirgen Südostasiens verbreitet, besonders häufig aber im Himalaja, wo er wegen der goldgelben Färbung des Deckrandes und der Sporen als Goldfarn bezeichnet wird.

Die Tribus der Adiantinae oder Krempelfarne besteht nur aus der bekannten Gattung Adiantum, dem Krempel- oder Krullfarn.

Die etwa 80 erd- und felsenbewohnenden Arten sind namentlich in den feuchten Teilen der Tropen beider Hemisphären zu Hause, wenn auch manche Formen ziemlich weit nördlich in die gemäßigte Zone vordringen. So geht A. pedatum in Ostasien nördlich bis Ostsibirien und zu den Aleuten, ja es greift noch nach Nordamerika über; das bekannte Venus- oder Frauenhaar, A. capillus Veneris (Abb. 56, E), dringt von den Tropen und Subtropen der Alten Welt sogar bis zu den Südalpen, Südfrankreich und Südwestengland, von den Tropen der Neuen Welt bis Utah und Virginia vor. Die Größe, Form und Anordnung der Blätter sowie der Sori variiert sehr bei den verschiedenen Arten (Abb. 56, A—E). Es gibt Formen mit einfach-, doppelt- oder dreifachgefiederten, anderseits solche mit rundlichen, gar nicht gefiederten Blättern, wie sie z. B. A. reniforme, der nierenförmige Krempelfarn (Abb. 56, C), hat, eine Pflanze der westafrikanischen Inseln, die in der Tertiärzeit, nach Abdrücken zu urteilen, wohl auch in Mitteleuropa vorkam. Das Venushaar bildet einen Bestandteil mancher sogenannter Brusttees, und ein Zuckerauszug der Blätter wurde ehemals viel als Heilmittel bei Brustkrankheiten benutzt. Jetzt dient diese Art ebenso wie viele andere der hübschen Gattung als Zierpflanze, besonders für Grottenbekleidung, und als Schnittpflanze in der Blumenbinderei.

Zu der Tribus der Pteridinae oder Saumfarne gehören außer Actiniopteris radiata, dem Strahlenfarn (Abb. 57, D), einer eigenartigen, an Trockenheit gut angepaßten indo-afrikanischen Steppenpflanze mit fächerförmigen, streng dichotom verzweigten Blättern, vor allem die beiden Gattungen Pteris und Pteridium.

Pteridium aquilinum, der bekannte Adlerfarn (Abb. 57, C, und Taf. 12, c), ist wohl der häufigste existierende Farn überhaupt. Er ist fast über die ganze Erde verbreitet, meidet nur die kältesten und heißesten, die trockensten und feuchtesten Gebiete, tritt aber auch in den echten Tropen oft in den Gebirgen auf und fehlt bisher von den ihm klimatisch zusagenden Gegenden nur dem temperierten Südamerika. In Deutschland findet man ihn bestandbildend in lichten Wäldern und auf Heiden, in den afrikanischen Gebirgen sowie namentlich in Neuseeland repräsentiert er eine ganze Pflanzenformation, in den Alpen steigt er bis 1700, in Abessinien und im Himalaja bis 2500 m hoch. Der Wurzelstock, dessen Leitbündelsystem im Querschnitt die Form eines Doppeladlers zeigt (Abb. 57, C 4), wird seines Stärkegehaltes wegen häufig gegessen; namentlich bei den Maoris in Neuseeland ist er ein wichtiges Nahrungsmittel. Die Art wurde früher zu der Gattung Pteris gestellt, unterscheidet sich aber von ihr dadurch, daß hier neben dem umgeschlagenen, zu einem Indusium umgestalteten Blattrand auf der anderen Seite des Sorus ein zweites Indusium auftritt, und zwar sind beide gewimpert (Abb. 57, C 3). — Die Gattung Pteris oder Saumfarn, die nur ein Indusium hat, ist mit etwa 60 Arten in den wärmeren Gebieten beider Hemisphären verbreitet. Es sind Pflanzen mit einfach- oder mehrfachgefiederten (Abb. 57, A, B) Blättern; die Fiedern sind häufig lang und schmal, ganzrandig oder mehr oder weniger gesägt, durch den umgeschlagenen Rand aber meist leicht erkennbar. Mehrere Arten sind, in Kultur genommen, beliebte Zimmerpflanzen, z. B. der einfachgefiederte langblätterige Saumfarn, P. longifolia, sowie die im untersten Teile des Blattes zweifachgefiederten Arten P. umbrosa, serrulata und cretica, erstere aus Australien, mit geflügelter Blattspindel, die zweite aus Ostasien und seit langem in Kultur, mit geflügelter und gesägter Spindel, die dritte, der kretische Saumfarn (Abb. 57, B), eine über vier Kontinente verbreitete Art, mit nicht geflügelter Spindel.

Die Unterfamilie der **Vittarieae** oder **Striemenfarne** hat wie die Gymnogramminae meist linealische Sori, die aber entweder randständig oder der Mittelrippe parallel auf den Blattadern stehen, wo sie entweder eine zusammenhängende oder mehrere unterbrochene Linien bilden. Es sind epiphytische oder felsenbewohnende Farne mit fast stets ungeteilten, ganzrandigen Blättern.

Die Gattung Monogramme oder Fadenfarn besteht aus sehr kleinen, rasigen, auf einem kriechenden Wurzelstock sich erhebenden, fadenförmigen oder schmal linealen Blättern, die häufig büschelig angeordnet

sind und bei den kleineren Arten an Pilularia erinnern (Abb. 57, F, G); die Sori werden meist von Vorwölbungen des Blattgewebes überdacht (Abb. 57, G 2). Die in den tropischen Waldungen weit verbreitete Gattung Vittaria oder Striemenfarn hat meist flache, bandförmige Blätter (Abb. 57, H), die Sori sitzen auf dem Blattrande neben Verbindungssträngen der Seitennerven und sind häufig von einem Indusium bedeckt. Hecistopteris pumila, der Zwergfarn (Abb. 57, E), der einzige Vertreter dieser Gattung, ist einer der kleinsten Farne und bewohnt als zierlicher Epiphyt Zentral- und den nördlichen Teil von Südamerika. Die Gattung Antrophyum oder Strichelfarn ist dagegen über die gesamten Tropen verbreitet. Es sind zum Teil größere Farne mit linealischem bis fast rundlichem Laub; von Ceylon bis Polynesien kommt das zungenblätterige A. plantagineum, der wegerichartige Strichelfarn (Abb. 57, J), vor.

Die Unterfamilie der **Polypodieae** oder **Tüpfelfarne** ist durch indusienlose, auf dem Rücken oder dem Ende der Nerven stehende Sori gekennzeichnet, die vom Wurzelstock sich ablösende Blätter hinterlassen haben. Sie zerfällt in zwei Gruppen von Gattungen, die Polypodiinae, deren Sori zerstreut sitzen und von runder oder länglicher Form sind, und die Taenitidinae, deren Sori linealisch angeordnet sind und einem ebensolchen Längswulst des Blattes (Rezeptakulum) aufsitzen.

Von der Tribus der Polypodiinae oder Eigentlichen Tüpfelfarne ist die Hauptgattung Polypodium oder Tüpfelfarn mit etwa 200 Arten fast über die ganze Erde verbreitet.

Es sind zu dieser Tribus zahlreiche ehemalige Gattungen zusammengelegt worden, und obgleich man einige wieder abgetrennt hat, bleibt doch die Aufgabe, diese große Sammelgattung wieder in möglichst natürliche Gruppen zu zerspalten. Die meisten Arten sind Epiphyten, der kleinere Teil aber Felspflanzen, mit kriechenden Wurzelstöcken und auf den Rücken der Adern stehenden, meist rundlichen Sori; falls eine Bekleidung der Blätter vorhanden ist, wird sie von haarförmigen oder lanzettlichen Schuppen gebildet. Der Formenreichtum der Blätter ist überaus groß, die fast immer gestielten Blätter sind bald ungeteilt, von linealer, lanzettlicher, länglicher (Abb. 58, A), eiförmiger (Abb. 58, D) bis fast rundlicher Form, bald sind sie drei- oder fünflappig oder dichotom gegabelt, bald fiederspaltig, bald einfach- bis dreifachgefiedert (Abb. 58, B, C). Die Sori sind häufig in das Blattparenchym eingesenkt, die fertilen Blätter oft schmäler, z. B. bei dem malaiischen P. incurvatum, in anderen Fällen wieder trägt das Blatt unten breitere, sterile, oben schmälere, fertile Fiedern, z. B. bei dem philippinischen, auch in Kultur befindlichen P. Meyenianum. Gewöhnlich sind zwar die Blätter ganzrandig, doch kommen auch solche mit gezähnten Blatträndern vor; zuweilen sind sie durch einen dünnen Wachsüberzug bläulich, z. B. bei dem blaugrünen Tüpfelfarn, P. glaucophyllum (Abb. 58, D), in anderen Fällen durch Kalkausscheidung weiß getüpfelt, z. B. bei dem durch das ganze wärmere Amerika verbreiteten Gold-Tüpfelfarn, P. aureum. Runde Schildschuppen finden sich auf dem angeschwollenen, im Alter hohlen und von Ameisen bewohnten Wurzelstock des malaiischen und melanesischen buchtigen Tüpfelfarnes, P. sinuosum (Abb. 58, E). Die Sori stehen entweder regellos, z. B. bei P. irioides (Abb. 58, A), oder in Reihen, z. B. bei dem Warzen-Tüpfelfarn, P. phymatodes; beide sind paläotropische Waldepiphyten mit Blättern bis zu Meterlänge. Bei dem in Malesien und Papuasien heimischen, nur ausnahmsweise terrestrisch lebenden Riesen-Tüpfelfarn, P. heracleum, erreichen die tief-fiederspaltigen Blätter sogar eine Länge von zuweilen $2^1/_2$ m. In Deutschland ist die Gattung nur durch eine einzige kleine Art, den gemeinen Tüpfelfarn oder Engelsüß, P. vulgare (Abb. 58, B und Taf. 12, b), vertreten, der durch die ganze nördliche gemäßigte Zone verbreitet ist und außerdem merkwürdigerweise auch in Südafrika vorkommt; nördlich reicht er stellenweise bis über den Polarkreis hinaus. Es ist ein in Felsspalten, Mauerritzen und an Baumwurzeln, in feuchteren Gegenden auch epiphytisch wachsender Farn, dessen Öl und Gerbstoff sowie etwas Zucker enthaltender Wurzelstock (daher der Name Engelsüß) früher offizinell war, während die Pflanze jetzt nur als Zierpflanze, und zwar besonders als Freilandfarn für Felspartien, benutzt wird.

Durch die aus Sternhaaren bestehende Bekleidung der Blätter ist die in Südostasien und Polynesien heimische Gattung Niphobolus oder Sternfilzfarn gekennzeichnet, die in manchen Arten vortreffliche Schutzanpassungen gegen Trockenheit hat und daher noch an glatten Stämmen und trockenen Felsen wächst, wo die meisten anderen Farne versagen. Mehrere dieser anspruchslosen Pflanzen sind auch in Kultur genommen worden, so N. lingua, der zungenblätterige Sternfilzfarn, mit länglichen, unten keilig verschmälerten, langgestielten sterilen und fertilen Blättern, sowie N. nummularifolius, der

münzenblätterige Sternfilzfarn (Abb. 58, G), mit kaum gestielten, rundlichen sterilen und langgestielten, schmalen fertilen Blättern. Interessant ist die wenige Arten enthaltende malesische Epiphytengattung **Lecanopteris** oder Ameisenfarn, deren Sori in den nach oben umgeschlagenen oder wenigstens gedrehten Zähnen der fertilen Fiedern sitzen, besonders dadurch, daß der mächtige, flach knollenartig angeschwollene, fleischige, außen von korkartiger Epidermis umhüllte Wurzelstock im Alter hohl



Abb. 58: Tüpfelfarne (**Polypodieae**).

A) **Polypodium irioides**: 1) Stück des ungeteilten Blattes; 2) zwei einzelne Sori. B) **Polypodium vulgare**: 1) Habitus; 2) Spore von der Seite, vergr.; 3) Spore von oben, vergr. C) **Polypodium bifrons**. D) **Polypodium glaucophyllum**. E) **Polypodium sinuosum**. F) **Drynaria Willdenovii**, 1) stark verkl.; 2), 3) Stücke der Blattfieder. G) **Niphobolus nummularifolius**, Habitus. H) **Drymoglossum piloselloides**, Habitus.

wird und dann, wie **Polypodium sinuosum**, von Ameisen bewohnt ist. Nicht minder interessant ist die gleichfalls südostasiatische Epiphytengattung **Drynaria** oder Nischenfarn (Abb. 58, F), die neben den häufig sehr großen fiederspaltigen, auch die runden Sori tragenden Blättern noch andere, breitere, oft eichenblattartig aussehende sogenannte Nischenblätter hat; es sind dies starre, etwas konkave und ungestielte Blätter, die mit breiter Basis dem Wurzelstock anhaften, auch früh ihr Chlorophyll verlieren und die gelbliche Farbe abgestorbener Blätter annehmen. Die zwischen ihnen befindlichen Nischen füllen sich leicht mit Humus, der dann von Adventivwurzeln des Farnes durchzogen und ausgenutzt wird.

Die Mitglieder der Tribus der Taenitidinae oder Bandfarne sind durch die linienförmige Gestalt der Sori äußerlich den Vittarieen ähnlicher als den Polypodiinen, unterscheiden sich aber von ihnen durch gegliederte Blattstiele, durch das Rezeptakulum, auf dem die Sporangien stehen, und durch das Fehlen einer indusienartigen Ausstülpung des Blattes.



Abb. 59: Deckfarne (Acrosticheae).

A) Rhipidopteris flabellatum. B) Rhipidopteris peltata. C) Platycerium Willinkii. D) Elaphoglossum lingua. E) Polybotrya articulata: 1) Fertile Fieder; 2) sterile Fieder. F) Hymenolepis spicata: Fertiles und junges Blatt.

Von den sechs meist nur eine oder zwei Arten enthaltenden Gattungen hat die Hälfte ungeteilte, die Hälfte fiederschnittige oder gefiederte Blätter. Zu letzteren gehört der in Malesien verbreitete Taenitis blechnoides oder rippenfarnartige Bandfarn, bei dem die Sori auf der Mitte zwischen Rippe und Rand eine Längslinie bilden, zu ersteren die über die Tropen als kleine Epiphyten in fünf bis zehn Arten verbreitete Gattung Drymoglossum oder Zungenbandfarn, deren in Südasien weit verbreitete Art D. piloselloides (Abb. 58, H) auch in Kultur genommen worden ist. Sie ähnelt habituell der Gattung Niphobolus, hat wie diese verschieden geformte sterile und fertile Blätter und ist gleichfalls den trockensten Standorten angepaßt, so daß auch sie häufig glatte Stämme alleinstehender Bäume überzieht.

Nur im oberen Teil fertile Blätter haben die Gattungen Heteropteris und Hymenolepis, erstere mit randständigen, letztere (Abb. 59, F) mit die ganze Fläche bedeckenden Sori, erstere im tropischen Amerika und Südchina, letztere in den Tropen der Alten Welt mit zwei Arten verbreitet.

Die letzte Unterfamilie der Polypodiazeen, die der **Acrosticheae** oder **Deckfarne**, hat ebenso wie die Polypodieae indusienlose Sori und auch häufig gegliederte Blätter; diese unterscheiden sich aber dadurch, daß hier die Sporangien wenigstens einen Teil der Blattunterseite völlig bedecken.

Von den fünf Gattungen bewohnt die einzige artenreiche, Elaphoglossum oder Hirschzungenfarn, mit etwa 100 Arten die Tropen, besonders Südamerika, Afrika und Polynesien, als Felspflanzen und Epiphyten. Die ungestielten Blätter haben entweder gegabelte Seitennerven, wie bei dem in Amerika verbreiteten E. lingua (Abb. 59, D), oder sechseckig maschenförmige, wie bei dem in Zentralamerika häufigen, auch in Kultur genommenen E. crinitum. Meist ist die Unterseite der fertilen Blätter gänzlich von Sporangien, die der sterilen von Schuppen bedeckt, es gibt aber auch Arten, bei denen die fertilen Blätter abweichend gestaltet, ja sogar gefiedert sind. Die Gattung Acrostichum oder Deckfarn unterscheidet sich durch ihre gefiederten Blätter; sie enthält nur zwei Arten mächtiger Erdfarne mit meterlangen, auf großen Stielen sitzenden Blattspreiten. Während die eine Art, mit abweichend gestaltetem fertilen Laub, auf die Kleinen Antillen beschränkt ist, ist die andere, der goldene Deckfarn, A. aureum, ein über die ganzen Küstenländer der Tropen verbreiteter Farn, der in brackigem Wasser hinter den Mangrovesümpfen geradezu formationsbildend auftritt und dort in Gestalt undurchdringlicher Dickichte wächst. Es ist der einzige Farn, der solche brackige Küstensümpfe bewohnt, was wohl darauf hinweist, daß auch die riesigen fossilen, großenteils aus Farnen bestehenden Ablagerungen früherer Zeiten nicht, wie man annahm, von solchen Lokalitäten stammen dürften.

Im Gegensatz zu diesem Riesen enthält die kleine südamerikanische Gattung Rhipidopteris oder Fächerfarn (Abb. 59, A, B) Zwergpflanzen, die zwischen Moos epiphytisch an Baumstämmen wachsen, indem sie von den dünnen, schuppigen, lang hinkriechenden Wurzelstöcken aus ihre fächerförmigen, häufig tiefgespaltenen sterilen sowie die schildförmigen, langgestielten fertilen Blätter in die Höhe strecken.

Eine ganz verschiedene Nervatur, Maschennetze mit blind auslaufenden Äderchen daran, haben die beiden letzten Gattungen, Cheiropleuria und Platycerium. Die erstere, in ihrer einzigen, epiphytisch und terrestrisch lebenden Art Ch. bicuspis Südostasien bewohnend, schließt sich mehr an Elaphoglossum an, indem sie ungeteilte oder zweilappige breite sterile und viel schmälere, fast linealische fertile Blätter hat. Platycerium, der Flachhornfarn (Abb. 59, C), bewohnt in etwa acht Arten die Tropen der Alten Welt und ist eine der auffallendsten Farntypen, die existieren. Es sind mächtige Epiphyten mit zweierlei Blättern, rundlichen oder herz-nierenförmig gestalteten, später braun werdenden sogenannten Mantelblättern, die dem Substrat dicht angeschmiegt sind und sich übereinander ausbreiten, und meist mehrfach gegabelten, frei herunterhängenden, an den Enden fertilen Blättern. Erstere dienen in ihrer Jugend als Wassersammler, indem sie im Inneren ein dickes Wassergewebe enthalten, im Alter als Humussammler, indem sie verwesen und dann von den Rhizoiden des Farnes durchzogen und, soweit ihre Bestandteile brauchbar sind, wieder verwendet werden. Am bekanntesten ist der aus Australien stammende Elchhorn-Farn, P. alcicorne, eine schon lange in Kultur genommene Pflanze, bei der die Enden der geweihartig gespaltenen Blätter auf der Unterseite von den Sporangien bedeckt sind. Ähnliche Arten finden sich in Malesien, so die größte Art P. grande, in Indien P. Wallichii, in Westafrika P. stemmaria und in den Anden P. andinum, bei denen aber die Sori meist unterhalb der Endgabelungen stehen; bei dem südostasiatischen P. biforme bedecken die Soriflächen sogar besondere nierenförmige Abschnitte der sonst schmalgabeligen Blätter. Bei einigen afrikanischen und madagassischen Arten wiederum sind die Blätter gar nicht gegabelt, sondern entweder ungeteilt, keilförmig oder tief ausgerandet.

Die Familie der **Parkeriaceae** oder **Geweihfarne** unterscheidet sich dadurch von den meisten Farnen, daß die Sporangien nicht zu Sori vereinigt sind, sondern einzeln auf den Adern des Blattes zerstreut sitzen. Ein Indusium ist nicht vorhanden, doch verdeckt der eingerollte Rand des Blattes (Abb. 60, E 2) die Sporangien. Letztere sind fast kugelig, von einem vertikalen, zuweilen aber fehlenden, aus vielen sehr breiten Zellen bestehenden Ring umgeben. Die zierliche Leisten tragenden Sporen wachsen zu recht verschiedenen männlichen (Abb. 60, E 6) oder weiblichen (Abb. 60, E 5) Prothallien aus.

Die einzige Art dieser Familie, Ceratopteris thalictroides, der wiesenrautenartige Geweihfarn oder Wasserhornfarn (Abb. 60, E), ist der einzige wirklich im Wasser lebende echte Farn; der Stamm ist demgemäß stark reduziert und von zahlreichen Wurzeln umgeben. Die sterilen Blätter sind breiter und stumpfer gefiedert als die fertilen Blätter, welch letztere auch noch durch Adventivsprosse in den Achseln der Fiedern gekennzeichnet sind. Beide Blattarten ragen aus dem Wasser heraus, während die zuerst angelegten, nicht oder nur wenig gefiederten kleineren Blätter im Wasser untergetaucht bleiben. Die nach Art der Wassergewächse weit verbreitete Pflanze findet sich in den wärmeren Gegenden der ganzen Welt.

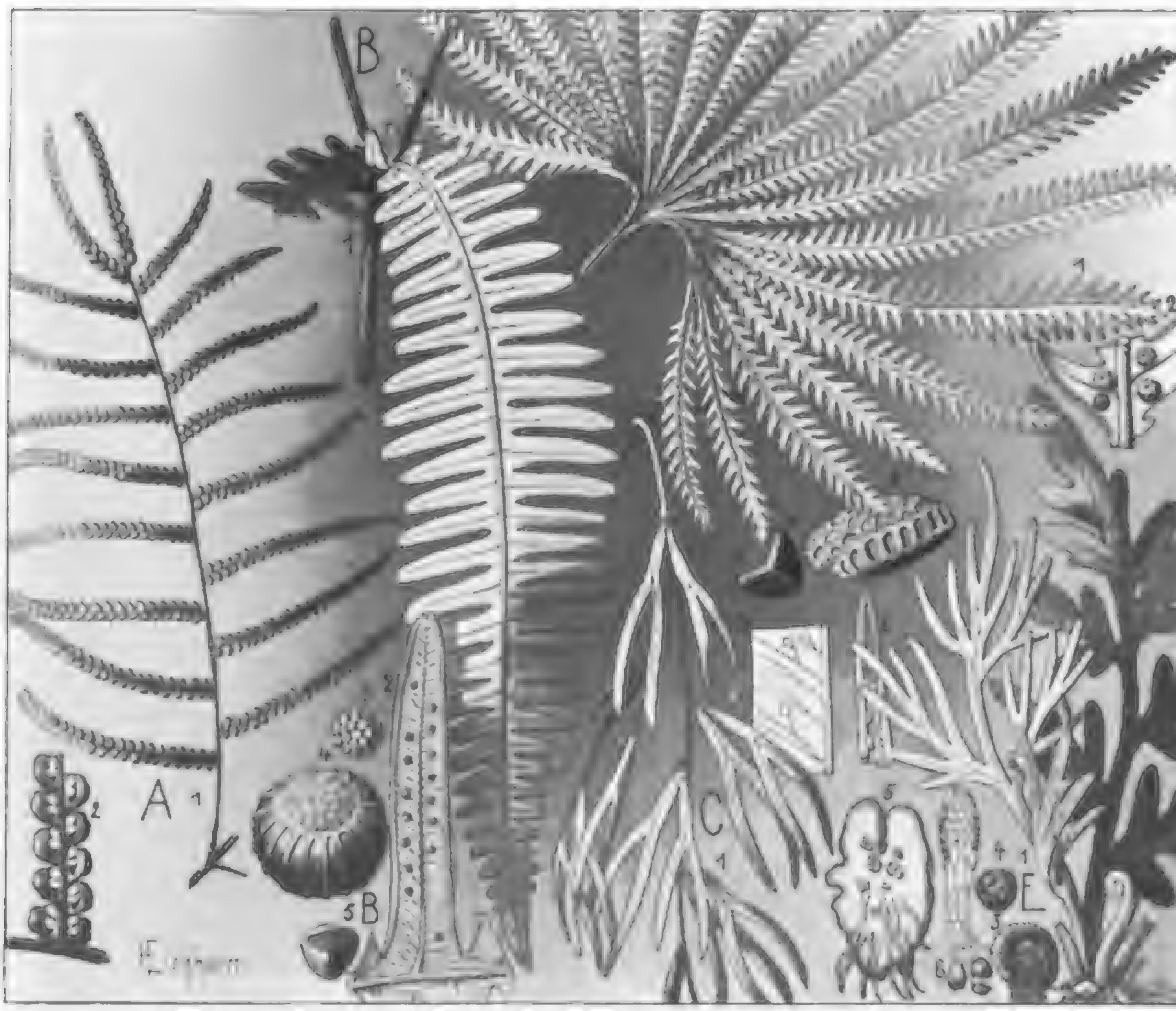


Abb. 60: Geweihfarne (Parkeriaceae), Schirmfarne (Matoniaceae) und Gabelfarne (Gleicheniaceae).

A) Gleichenia dicarpa: 1) Fieder; 2) Teil derselben, vergrößert.
B) Gleichenia linearis: 1) Fieder nebst Ansatz; 2) ein Seitenfiederchen, vergrößert; 3) Sorus, vergrößert; 4) Sporangium, vergrößert; 5) Spore, vergrößert.
C) Matonia sarmentosa: 1) Blatt; 2) Teil einer Fieder, vergrößert.
D) Matonia pectinata: 1) Blatt, verkleinert; 2) Teil desselben, vergrößert; 3) Sporangium, vergrößert; 4) Spore, vergr.
E) Ceratopteris thalictroides: 1) Steriles und fertiles Blatt; 2) Teil des fertilen Blattes, vergrößert; 3) Sporangium; 4) Spore; 5) weibliches Prothallium mit Archegonien; 6) männliches Prothallium mit Antheridien.

Die Familie der **Matoniaceae** oder **Schirmfarne** hat kleine, auf der Unterseite der Blattspreite zerstreute rundliche Sori (Abb. 60, C 2; D 2), deren wenige Sporangien an der Basis des Stieles eines kleinen schirmförmigen, ursprünglich mit seinen Rändern der Blattfläche aufsitzenden Indusiums stehen. Die meist stiellosen Sporangien (Abb. 60, D 3) haben einen vollständigen, etwas schief vertikalen Ring und enthalten tetraëdrische Sporen (Abb. 60, D 4). Daß diese Familie ein bedeutendes Alter hat, beweisen die Abdrücke aus der Jura- und Kreideformation; ja sogar bis zum Keuper hat man Schirmfarne feststellen können.

Die Familie umfaßt jetzt nur zwei auf Borneo und der Malaiischen Halbinsel vorkommende Arten, Matonia sarmentosa und M. pectinata; erstere (Abb. 60, C) ist ein epiphytischer oder felsbewohnender Farn mit langkriechendem, spreuschuppigem Wurzelstock und bis 1 m langen, schlaff herabhängenden, vielfach gabelig verzweigten Blättern, letztere (Abb. 60, D) ein aufrechter Erdfarn mit langgestielten Blättern, deren Spreite etwa $^1/_2$ m lang ist und aus vielen fächerförmig ausgebreiteten, fiederteiligen Abschnitten besteht, deren Anordnung sich aber auch auf einseitig ausgebildete, sympodiale Gabelungen zurückführen läßt. Jetzt ist dieser Farn auf wenige Fundorte in Malesien beschränkt, nämlich auf das Bergland von Sarawak in Borneo und den Berg Ophir auf der Malaiischen Halbinsel; dort freilich tritt er bei 1000—1200 m Meereshöhe geradezu bestandbildend auf.

Eine kaum von M. pectinata zu unterscheidende, M. Wiesneri genannte Form wurde in Abdrücken der mährischen Kreideformation gefunden.

Die Familie der **Gleicheniaceae** oder **Gabelfarne** ist durch kleine, rundliche Sori gekennzeichnet, die auf der Unterseite der Blattfiedern ohne Indusien den Adern aufsitzen (Abb. 60, B 2, 3) und aus wenigen Sporangien bestehen, die einen horizontalen, großzelligen Ring tragen (Abb. 60, B 4) und mit vertikalem Riß aufspringen, wobei sie die teils tetraëdrischen (Abb. 60, B 5), teils bohnenförmigen Sporen herausschleudern. Die meisten Arten haben einen kriechenden Wurzelstock, seltener eine aufrechte Grundachse. Die Blätter sitzen gewöhnlich zerstreut und ungegliedert der Achse auf; sie sind in der Regel mehrfach gabelig verzweigt, und erst die Achsen letzter oder vorletzter Ordnung sind gefiedert. Dadurch erhalten sie ein eigenartiges, leicht erkennbares und charakteristisches Aussehen. Diese Farnfamilie ist zweifellos in früheren Perioden weiter verbreitet gewesen als jetzt, wenigstens im Mesozoikum, besonders in der Kreide, während es sich bei den zu den Gleicheniazeen gestellten Fossilien des Paläozoikums möglicherweise um ausgestorbene Urfamilien von Farnen handelt.

Jetzt ist die Familie auf zwei Gattungen beschränkt, von denen die eine, Stromatopteris, nur die einzige, auf Neukaledonien wachsende, fast strauchige Art S. moniliformis enthält, die durch aufrechte holzige Stengel und nicht gabelig verzweigtes, sondern nur einmal fiederspaltiges, gebüscheltes Laub mit zahlreichen, dreieckig-ovalen Segmenten gekennzeichnet ist. Die Gattung Gleichenia oder **Gabelfarn** (Abb. 60, A, B) dagegen ist mit ihren etwa 30 recht lebenskräftigen Arten über die ganzen wärmeren Gebiete verbreitet und verfügt in manchen Arten durch ihre Unempfindlichkeit gegen Belichtung und Trockenheit über gute Anpassungen im Kampf ums Dasein. So ist es manchen Arten möglich gewesen, eine weite Verbreitung zu erlangen, so z. B. G. glauca und G. linearis in den Tropen beider Hemisphären, G. pectinata und G. revoluta in der Neuen Welt, G. flagellaris und G. circinata in der Alten Welt. Andere Arten wiederum haben ein verhältnismäßig engbegrenztes Verbreitungsgebiet, sei es in den Anden, sei es in Südafrika, sei es in Australien, in Polynesien oder auf den ostafrikanischen Inseln. Die einzelnen Arten unterscheiden sich sowohl durch Anordnung der Fiederung als auch durch die längliche oder rundliche Form der Fiedern voneinander (Abb. 60, A, B), und auch Formen mit behaarten Blattstielen und Fiedern, mit eingerollten Blattfiedern, mit blasser oder bläulich bereifter Blattunterseite kommen vor. Manche Arten, wie G. glauca mit doppelt gefiederten, G. linearis mit einfach gefiederten Blättern sowie G. circinata mit rundlichen Endfiedern, wachsen häufig geradezu in Beständen, namentlich auf gerodetem Lande oder in der Nähe von Fumerolen; besonders G. glauca bildet oft schwer passierbare Dickichte, ähnlich unserem Adlerfarn.

Die Familie der **Schizaeaceae** oder **Spaltastfarne** hat wie Ceratopteris einzeln stehende, d. h. nicht zu Sori vereinigte Sporangien, die, ursprünglich am Rande des Blattes angelegt, meist schließlich auf die Unterseite desselben hinüberreichen (Abb. 61, D 2) und oft von dem Blattrand (Abb. 61, D 2; G 2) oder auch von einer indusienartigen Blattfalte (Abb. 61, A 3) mehr oder weniger überdeckt sind. Die sitzenden oder sehr kurz gestielten Sporangien tragen an dem Scheitel einen vollständigen Ring großer Zellen (Abb. 61, A 4; B 3; E 2) und öffnen sich dort mit einem Längsriß, um die entweder kugeltetraëdrischen (Abb. 61, A 5; G 3) oder länglichen (Abb. 61, E 3), durch Leisten, Streifen oder Warzen skulpturierten Sporen zu entlassen. Die Prothallien zeigen wenig Bemerkenswertes, der

zuerst gebildete Zellfaden macht schon früh einem gewöhnlich nierenförmigen Gewebepolster Platz, welch letzteres sehr häufig Adventivsprosse entwickelt.

Sehr mannigfaltig ist dagegen der vegetative Aufbau der vier nicht weniger als drei Unterfamilien entsprechenden Gattungen. Während bei den Schizaeeae und Lygodieae das Leitbündel die Achse des Stammes einnimmt, bildet es bei den Aneimieae eine netzförmige Röhre; während bei den Schizaeeae die Blätter in mehreren Zeilen stehen, sind sie bei den Lygodieae in einer Zeile angeordnet. Die Stämme kriechen meist in wagerechter Richtung, oder sie steigen in schräger Richtung auf, selten wachsen sie senkrecht in die Höhe. Äußerst verschiedenartig sind die Blattformen und das Verhältnis der sterilen und fertilen Abschnitte. Selten sind die fertilen Blätter oder Teile derselben ebenso entwickelt wie die sterilen (Abb. 61, A 1, 2), gewöhnlich sind sie stark zusammengezogen, mit schmaler Spreite,



Abb. 61: Spaltastfarne (Schizaeaceae).

A) Lygodium japonicum: 1) Steriles Blatt; 2) fertiles Blatt; 3) Teil desselben, vergrößert; 4) Sporangium, vergrößert; 5) Spore, vergrößert. B) Aneimia phyllitidis: 1) Steriles und fertiles Blatt; 2) Teil des letzteren, vergrößert; 3) Sporangium, vergrößert. C) Aneimia elegans: 1) Pflanze, von oben; 2) fertiles Blatt. D) Schizaea elegans: 1) Fertile Gabeläste; 2) Teil ders., vergr. E) Schizaea pennula: 1) Fertiler Teil; 2) Sporangium; 3) Spore. F) Schizaea incurvata. G) Mohria caffrorum: 1) Fertile Fieder; 2) Endteil derselben, vergrößert; 3) Spore.

oft auch gänzlich umgebildet (Abb. 61, B 1), oder es sind die Fiedern der Blätter ausschließlich fertil (Abb. 61, D 1; F).

Während die Schizäazeen, in der heutigen Farnvegetation der Erde nicht von besonderer Bedeutung, im wesentlichen auf die wärmeren Gegenden beschränkt sind und in mehrere kleine, aber recht verschiedenartige Gruppen zerfallen, müssen sie früher eine größere Rolle gespielt haben. Sind doch unzweideutige Reste nicht nur im Mesozoikum, in der Kreide und im Jura, sondern sogar im Paläozoikum, nämlich im oberen Karbon, aufgefunden worden die ursprünglichere Typen der Familie repräsentieren.

Die Unterfamilie der **Schizaeeae** oder **echten Spaltastfarne** besteht aus der höchst eigenartigen Gattung Schizaea oder Spaltastfarn (Abb. 61, D, E, F), die man nach dem Habitus kaum als Farn erkennen würde. Bei einigen Formen (Abb. 61, D) ist freilich die fächerige, an Actiniopteris erinnernde Gestalt der Blattspreite noch deutlich erkennbar, indem dort noch sterile Abschnitte neben den fertilen gefiederten vorkommen. Bei einer zweiten Gruppe (Abb. 61, F) ist die Spreite zu Gabelästen reduziert, und bei einer dritten (Abb. 61, E) sind nur fingerförmig angeordnete fertile Äste vorhanden. Es sind an Trockenheit angepaßte Erdfarne von kleiner Gestalt, die sich im wesentlichen nur noch auf den Südspitzen der Kontinente, in Australien und Neuseeland, am Kap und im südlichen Teil Südamerikas erhalten haben, aber in einigen Arten auch Südasien, Polynesien, die ostafrikanischen Inseln und Südamerika bewohnen, ja sogar mit einer Art bis in das atlantische Nordamerika vordringen. Schon aus diesem zersplitterten Vorkommen kann man schließen, daß es sich um eine früher allgemein verbreitete, jetzt fast überall zurückgedrängte Gruppe handelt, die in dieser Beziehung etwa den Beuteltieren im Tierreich entsprechen dürfte.

Durch weit bessere Anpassungen an das moderne Pflanzenleben zeichnet sich die Unterfamilie der **Lygodieae** oder **Kletterfarne** aus, deren einzige, durch die Tertiärzeit bis zur Kreide verfolgbare Gattung Lygodium oder Kletterfarn (Abb. 61, A) durch ihre Gewöhnung an kletternde Lebensweise mit ihren 22 Arten in der tropischen Vegetation eine gewisse Rolle spielt. Es sind Lianen mit kriechendem, gabelästigem Stamm und windenden, unbegrenzt weiter wachsenden Blättern, deren Fiedern entweder gabelig angeordnet oder selbst wieder gefiedert sind. Am meisten in den Tropen der Alten Welt verbreitet, überschreiten sie in den feuchten östlichen Teilen der Kontinente doch überall die Wendekreise, und so findet sich die Gattung noch in Japan, in den wärmeren nördlichen Teilen Neuseelands sowie im atlantischen Teil Nordamerikas. Da die Kletterfarne mit ihren zarten Blattstielen nicht hoch zu steigen vermögen, so bewohnen sie mehr Lichtungen und Gebüschformationen als das Innere des tropischen Regenwaldes. Die Blattstiele benutzt man gelegentlich als Flechtmaterial, z. B. zur Herstellung von Hüten. Wegen des zierlichen und oft, namentlich an den fertilen Abschnitten, feinzerteilten Laubes sind manche Lygodien jetzt sogar als Kulturpflanzen, sowohl in Gewächshäusern als auch als Zimmerschmuck, beliebt, besonders das zierliche L. japonicum, der japanische Kletterfarn (Abb. 61, A), der ja als Bewohner der gemäßigten Zone auch einigermaßen hart ist.

Die Unterfamilie der **Anelmieae** oder **Ährenfarne** enthält die beiden Gattungen Mohria und Aneimia; erstere hat mehrfach gefiedertes, an Cheilanthes erinnerndes Laub mit klebrig-drüsigen Spreuschuppen. Die einzige Art, Mohria caffrorum, der Weihrauchfarn (Abb. 61, G), ist in vielen Formen in Südafrika und Madagaskar und sogar nördlich bis zum Kilimandscharo verbreitet; es ist ein krautiger, an Trockenheit angepaßter, stark nach Benzoë duftender und ein wohlriechendes Harz liefernder Farn mit büschelig stehenden Blättern und am Ende der Adern einzeln sitzenden Sporangien. Die Gattung Aneimia, der Ährenfarn, ist mit etwa 50 Arten in den trockeneren Gebieten Südamerikas sowie mit einzelnen auch in Afrika verbreitet; es sind krautige Farne mit meist kriechendem Wurzelstock und einfach oder mehrmals gefiederten Blättern, deren fertile Abschnitte wenig (Abb. 61, C 2) oder stark (Abb. 61, B 1) modifiziert sind. Die Sporangien sitzen in je einer Reihe zu beiden Seiten des Mittelnervs des fertilen Fiederchens (Abb. 61, B 2), gewöhnlich nur wenig von dem Blattrande überdeckt. Einige an Trockenheit angepaßte Formen haben kleine, kurzgestielte, rosettig gespreizte Blätter (Abb. 61, C), meist aber sind die Blätter langgestielt. In diesem Falle sind die unteren fertilen Fiedern gewöhnlich stark modifiziert, aufrecht und langgestielt (Abb. 61, B 1), so daß die Blätter habituell an die der Mondraute, Botrychium, erinnern, ohne daß der Farn mit dieser innerlich irgendwie näher verwandt wäre.

Die Familie der **Osmundaceae** oder **Rispenfarne** ist durch die eines Ringes entbehrenden Sporangien gekennzeichnet; der Ring wird ersetzt durch eine kleine, auf der Rückseite

unterhalb der Spitze stehende Gruppe stärker verdickter Zellen, oberhalb deren das Sporangium mit einer vertikalen Spalte aufspringt (Abb. 62, C 4). Die Sporangien selbst sind kurz und dick gestielt und sitzen auf der Unterseite normaler Blätter (Abb. 62, A 2; B 2) oder auch beiderseits an stark modifizierten Sporophyllen (Abb. 62, C 1, 3); zuweilen sind



Abb. 62: Rispenfarne (Osmundaceae).

A) **Todea barbara**: 1) Stamm, verkleinert; 2) Blattfieder, natürliche Größe. | B) **Leptopteris superba**: 1) Blattfieder; 2) Teil derselben, vergrößert. | C) **Osmunda regalis**: 1) Fertile u. sterile Fiedern; 2) Blattscheide; 3) zwei Sorihaufen, durchschnitten; 4) Sporangium, vergr.; 5) Spore, vergr.; 6) Zwischenform zwischen steriler u. fertiler Fieder.

auch die Fiedern nur stellenweise fertil (Abb. 62, C 6). Die körnig punktierten Sporen (Abb. 62, C 5) sind groß, kugeltetraëdrisch mit drei Leisten und enthalten Chlorophyll. Die kriechenden, lappigen Prothallien haben eine mehrschichtige Mittelrippe, zu deren beiden Seiten die Archegonien reihenweise stehen; diese sind normal gebaut, während die Antheridien die bei den meisten Farnen vorhandene Ringzelle vermissen lassen. Apogamie tritt bei den Prothallien der Osmundazeen häufig auf.

Die ungeschlechtliche Generation wird gebildet von kurzen, bei Todea auch sehr dickstämmigen, aufrechten oder aufsteigenden Grundachsen, an denen das mehrfach gefiederte Laub, das sich bei Osmunda durch große Dimensionen auszeichnet, büschelig angeordnet ist. Charakteristisch für die Familie ist das Vorhandensein von häutigen Blattscheiden an der Basis der Blattstiele (Abb. 62, C 2); während der Blattstiel ungegliedert dem Rhizom aufsitzt, sind die Blattfiedern von Osmunda am Grunde gegliedert und fallen daher leicht ab. Die Nerven laufen in den Rand der Fiedern aus; während die dickeren Blätter von Osmunda und Todea normal gebaut sind und Spaltöffnungen sowie Lufträume im Gewebe haben, sind die zierlichen Blätter von Leptopteris nur zwei- bis dreischichtig und nach Art der Hymenophyllazeen ohne Gewebelücken und Spaltöffnungen. Bemerkenswert sind die schwarzen, auch äußerlich schon durchscheinenden sechskantigen Bastzellen der Blattscheiden sowie die im Querschnitt hufeisenförmigen Leitbündel der Blattstiele. Ferner ist der in hufeisenförmige Einzelbündel zerklüftete Zentralzylinder des Stammes charakteristisch und neben den anderen Merkmalen ein Beweis der verhältnismäßig isolierten Stellung dieser Familie.

Die Verbreitung der Familie deutet auf ein hohes Alter; zwei Gattungen sind auf die südliche Hemisphäre beschränkt, während die dritte hauptsächlich in Süd- und Ostasien sowie im atlantischen Nordamerika heimisch ist und nur mit zwei Arten nach Südamerika, mit einer auch nach Europa und Afrika reicht. Zwei der drei Gattungen, Todea und Osmunda, sind im Mesozoikum konstatiert worden, jedoch glaubt man Sporangien dieser Familie bereits im Paläozoikum, im Kulm und Perm, nachgewiesen zu haben. Es handelt sich also jedenfalls um eine uralte Familie, von der die jetzt erhaltenen Formen nur spärliche Überbleibsel sind.

Von den drei jetzt lebenden Gattungen ist Osmunda durch stark zusammengezogene fertile Fiedern gekennzeichnet (Abb. 62, C 1), wogegen bei Todea und Leptopteris sterile und fertile Fiedern kaum verschieden sind. Während Todea dicke Blätter mit Spaltöffnungen hat und die Sori die Unterseite der fertilen Fiedern fast völlig bedecken (Abb. 62, A 2), hat Leptopteris feingefiedertes, dünnes Laub mit in kleinen Gruppen am Grunde der Seitenadern stehenden Sori (Abb. 62, B 2). Todea, der Elefantenfarn, ist in nur einer Art, T. barbara, in Südafrika, Ostaustralien, Tasmania und im nördlichen Neuseeland verbreitet, doch hat man im Rät und Jura auch in nördlichen Gebieten Blattreste und Sporangien der Gattung konstatieren können. Dieser Farn ist sehr merkwürdig durch die Dicke seines oft 1 m hohen und ebenso breiten, unförmlichen Stammes (Abb. 62, A 1), dessen Gabelungen durch die dichten, miteinander verfilzten, schwarzen, verästelten Wurzeln eingehüllt sind, so daß man ihre Zahl nur nach derjenigen der Blattschöpfe, welche herausragen, bestimmen kann. Man nimmt an, daß die großen Exemplare dieses Farnes Hunderte von Jahren zählen. Die in der Jugend eingerollten Blätter sind doppelt gefiedert, die Fiedern mehr oder weniger tief gezähnt. Diese Art gereicht den Gewächshäusern unserer größeren botanischen Gärten stets zu besonderer Zierde.

Die Gattung Leptopteris oder Feinfiederfarn umfaßt vier einander sehr nahe stehende Arten, die in Ostaustralien, Neuseeland, Melanesien und Neuguinea in feuchten, schattigen Wäldern heimisch sind und infolge der feinzerteilten, öfters krausen Blätter an Hymenophyllazeen erinnern (Abb. 62, B); jedoch haben sie holzige, bis 60 cm hohe, wenn auch nur 5 cm dicke Stämme, und ihre büschelig angeordneten Blätter sind sogar bis 1 m lang.

Die bei weitem bekannteste und wichtigste Gattung ist Osmunda oder Rispenfarn; sie ist in etwa sieben Arten über große Teile der Erde verbreitet, und zwar besonders an sumpfigen Stellen von Wäldern. Es sind stattliche Farne mit kurzem, dickem Stamm, der von den Resten der Blattstiele sowie deren Scheiden bedeckt ist. Die großen Blätter sind einfach oder doppelt gefiedert, die oberen Fiedern sind meist fertil und dann gewöhnlich reicher verzweigt mit stark reduzierter Spreite, während die Spreite der sterilen Fiedern länglich, lanzettlich oder oval, sitzend oder kurzgestielt, ganzrandig gekerbt, gezähnt oder gelappt, stumpf oder spitz ist. Während einzelne Arten ziemlich lokalisiert sind, indem z. B. Java und Sumatra, Südchina, Hongkong und Japan ihre eigenen Arten haben, ist O. Presliana von Ceylon bis

Kamtschatka, O. cinnamomea, wegen ihrer zimtbraunen Sporangien so genannt, in Ostasien und im atlantischen Amerika und sogar über die Antillen bis Brasilien und ins Andengebiet verbreitet. Noch weniger zusammenhängend ist das Vorkommen von O. claytonia, die einerseits das atlantische Nordamerika, anderseits den östlichen Himalaja und die Gebirge des nördlichen Hinterindiens bewohnt. Die weiteste Verbreitung hat aber unser Königsfarn, Osmunda regalis (Abb. 62, C), der neben den für die anderen Arten aufgezählten Gebieten noch das nördliche Asien und Europa sowie Ostafrika, das Kap, Angola und das madagassische Gebiet bewohnt, also, wenn auch mit großen Lücken und in den Tropen als Gebirgspflanze, über die ganze Erde verbreitet ist und in der gemäßigten Zone vielenorts den stattlichsten aller Farne darstellt. Geht schon hieraus das hohe Alter der Pflanze hervor, so ist die Art auch bereits tatsächlich aus dem frühen Tertiär, aus dem Eozän, in Europa konstatiert worden, während andere Arten schon vom Jura sicher bekannt sind.

Ordnung 2:

Hydropteridineae oder Wasserfarne.

Die zweite Ordnung der Farne oder Filicinae, die der Wasserfarne, unterscheidet sich sehr wesentlich von der Ordnung der Echten Farne oder Eufilicinae durch die zweierlei Sporen, die sich auch in zweierlei Sporangien entwickeln. Die Mikrosporangien, die häufig etwas kleiner sind, enthalten zahlreiche Mikrosporen, aus denen sich das kleine männliche Prothallium bildet, während die Makrosporangien nur je eine einzige große Makrospore enthalten, aus der das weibliche Prothallium hervorgeht. Die Sporangien sind bis auf die einzeln stehenden Makrosporangien von Azolla in größerer Anzahl zu Sori vereinigt, und zwar bei Marsilia und Pilularia Makro- und Mikrosporangien gemeinsam, bei Salvinia und Azolla in getrennten Sori. Diese Sori sind ihrerseits wieder von besonders gestalteten Blattsegmenten oder von besonderen zu Kapseln umgebildeten Indusien eingehüllt; sie haben daher das Aussehen von Früchten und werden als Sporokarpien bezeichnet. Die Prothallien sind stets klein, namentlich die männlichen, Antheridien tragenden bestehen meist aus nur wenigen Zellen; auch die Antheridien sind stark rückgebildet, weniger die Archegonien.

Die Arten dieser Ordnung sind sämtlich Wasser- oder Sumpfpflanzen, und manche der sie von den echten Farnen trennenden Eigentümlichkeiten dürften eher als Anpassungserscheinungen an das Leben im Wasser denn als phylogenetische, also für die Abstammung wichtige Merkmale anzusehen sein. Zu solchen Anpassungserscheinungen an die Lebensweise gehört z. B. die eigenartige, aber bei den vier Gattungen wieder durchaus unter sich verschiedene Ausgestaltung der Blätter, die bei Salvinia dimorph, flach bzw. fadenförmig-büschelig, bei Azolla schuppig-zweilappig, bei Marsilia vierteilig und bei Pilularia pfriemenförmig sind. Der Stamm ist niemals aufrecht, sondern stets kriechend oder schwimmend ausgebildet; er entwickelt oberseits Blätter, unterseits Wurzeln oder Schwimmblätter und ist meist nur von einem einzigen axilen Leitbündel durchzogen, was gleichfalls mit der Lebensweise zusammenhängt. Immerhin weisen die vielen Übereinstimmungen in bezug auf die Fortpflanzungsorgane darauf hin, daß wir es hier mit einem einzigen, seit alter Zeit isolierten Zweig der Klasse der Filicales oder Farngewächse zu tun haben, wenngleich sich nicht leugnen läßt, daß auch manches für einen engeren Anschluß an die Sphenophyllales oder Keilblattgewächse spricht.

Die Wasserfarne zerfallen in die beiden Familien der Salviniaceae und Marsiliaceae; erstere sind im Wasser schwimmende, letztere an sumpfigen Stellen im Schlamme wurzelnde Gewächse. Bei den ersteren sind die Sori eingeschlechtig, und jeder Sorus ist einzeln von einem dicken Indusium umschlossen, so daß jedes Sporokarp also nur Sporangien eines Geschlechtes umschließt. Bei den Marsiliaceae dagegen sind die Sori zweigeschlechtig, sie umschließen Makro- und Mikrosporangien gleichzeitig, und zwar sind mehrere oder viele dieser

Sori gemeinsam von kapselartig umgebildeten Blattzipfeln umschlossen. Bei den Salviniaceae entwickelt das weibliche Prothallium mehrere, bei den Marsiliaceae nur ein einziges Archegonium. Auch enden die Achsen der Salviniazeen in einer zweiflächig zugeschärften, die der Marsiliazeen in einer dreiflächig zugespitzten Scheitelzelle. Jede der

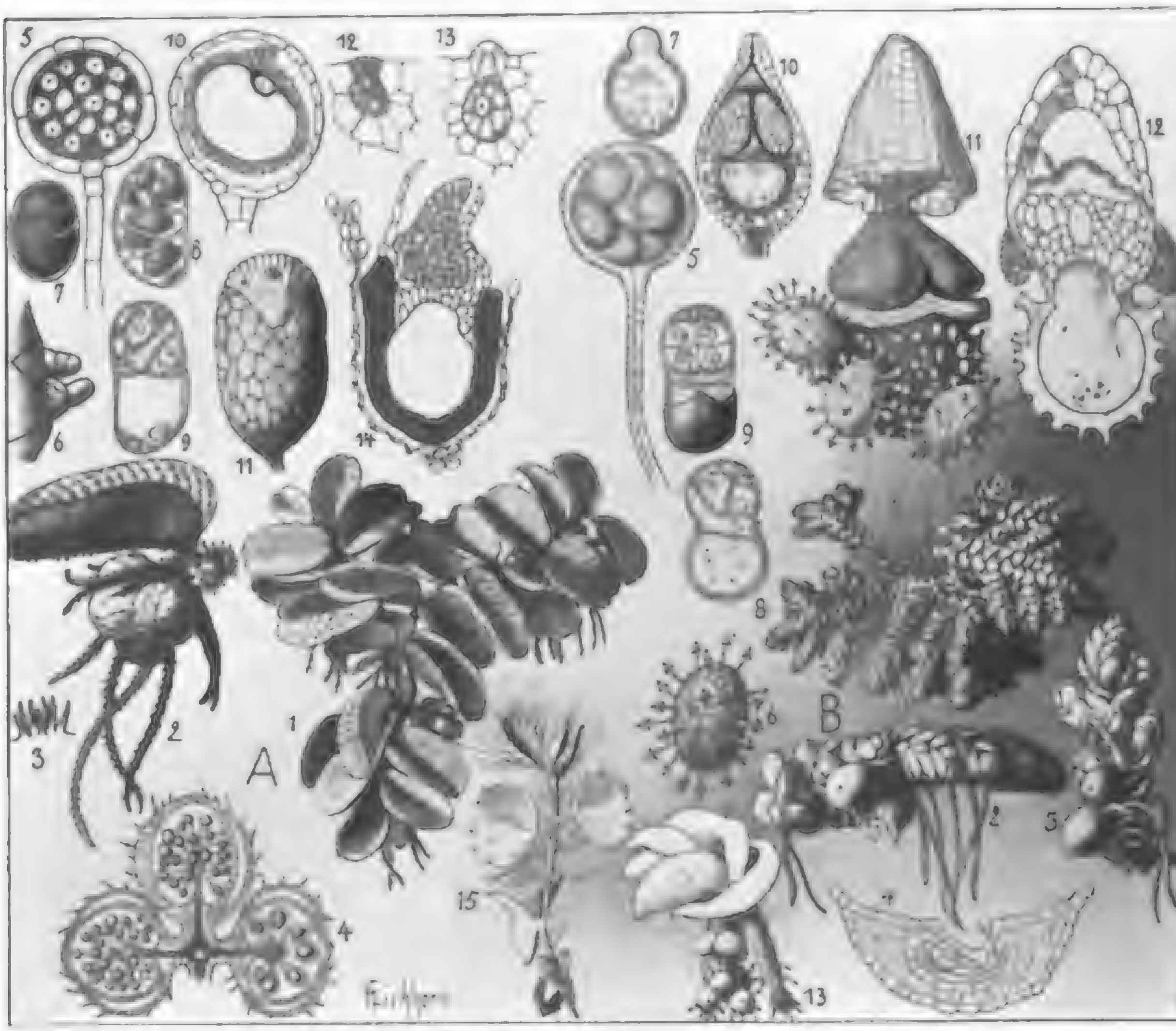


Abb. 63: Schwimmfarne (Salviniaceae).

A) Salvinia natans: 1) Habitus; 2) Teil des Sprosses mit Schwimmblatt, Wasserblatt und Sporokarpien, vergr.; 3) Stück der Oberfläche des Wasserblattes, vergrößert; 4) Durchschnitt durch drei Sporokarpien, zwei mit Mikrosporangien, eins (rechts) mit Makrosporangien; 5) Mikrosporangium im Durchschnitt; 6) Stück der Wand des Mikrosporangiums, von den keimenden Mikrosporen durchbrochen; 7), 8) Prothallium bildende Mikrosporen; 9) Prothallium der Mikrospore mit zwei Spermatozoïden enthaltenden Antheridien; 10) Makrospore; 11) Makrospore mit Prothallium und mehreren Archegonien; 12), 13) Archegonien; 14) Makrospore, Prothallium und Embryo; 15) Keimpflanze mit Makrospore, Prothallium, Keimblatt (Scutellum) und Primärblättern.

B) Azolla filiculoides: 1) Habitus; 2), 3) Teil des Sprosses mit Sporokarpien und Wurzeln, vergrößert; 4) Durchschnitt eines oberen Blattlappens mit Algenkolonie; 5) Mikrosporangium; 6) Mikrosporenpaket (Massula) mit Ankerfortsätzen (Glochiden); 7) Keimung der Mikrospore; 8) Bildung des Antheridiums an dem Prothallium der keimenden Mikrospore; 9) Spermatozoïden in dem einzigen Antheridium; 10) Makrosporangium im Längsschnitt mit der von Schwimmkörpern bedeckten Makrospore; 11) freie Makrospore mit Schwimmkörpern, schirmförmigem Rest des Indusiums und am Epispor haftenden Massulae; 12) keimende Makrospore im Längsschnitt mit Archegonienbildung im Prothallium; 13) Keimpflanze mit Makrospore, Schildchen, Primärblättern und erster Wurzel.

beiden Familien enthält wieder zwei Gattungen, die man auch als Unterfamilien ansehen kann, und die sogar häufig als besondere Familien behandelt werden.

Die Familie der **Salviniaceae** oder **Schwimmfarne** umfaßt die Gattungen Salvinia und Azolla. Es sind auf der Oberfläche süßer Gewässer schwimmende Gewächse mit nicht gefiederten breiten, faden- oder schuppenförmigen Blättern.

Die Arten der Gattung Salvinia oder Wurzel-Schwimmfarn sind wenig verzweigte Pflanzen, deren Blätter in alternierenden, dreizähligen Wirteln stehen, von denen die zwei oberen ungeteilte Schwimmblätter sind, während das untere, das sogenannte Wasserblatt, in feine, linealische, von haarigen Papillen bedeckte Zipfel zerfällt, welche die sonst hier fehlenden Wurzeln vertreten und auch ähnlich gebaut sind (Abb. 63, A 2, 3).

Die an der Basis der Blätter in Gruppen sitzenden Sporokarpien enthalten je einen von einem kapselartigen Indusium umhüllten Sorus, der entweder nur Makro- oder nur Mikrosporangien umschließt (Abb. 63, A 4). Letztere sind langgestielt und sind von vielen zu einer Masse vereinigten Mikrosporen (Abb. 63, A 5) erfüllt, die bei der Keimung die Sporangienwand durchbrechen (Abb. 63, A 6) und ein rudimentäres Prothallium (Abb. 63, A 7, 8) mit zwei nur wenige Spermatozoïden erzeugenden Antheridien (Abb. 63, A 9) entwickeln.

Die kurzgestielten Makrosporangien enthalten nur eine einzige, sich nicht lösende Makrospore, deren Deckschicht (Epispor) nur auf ihrem Scheitel deutlich ausgebildet ist. Bei der Keimung tritt das Prothallium nur wenig heraus (Abb. 63, A 11) und trägt mehrere Archegonien (Abb. 63, A 12, 13) mit schon früh angelegten Halszellen und deutlich entwickelter Halskanal- und Bauchkanalzelle neben der Eizelle. Aus der befruchteten Eizelle entsteht dann das Keimpflänzchen, das zuerst ein schildförmiges Keimblatt, Scutellum (Abb. 63, A 15), und dann erst den Stengel mit den abweichend geformten, langbehaarten Primärblättern (Abb. 63, A 15) hervorbringt. Aber auch in diesem Stadium sind noch das Sporangium mit der Makrospore, das Prothallum und das Skutellum erkennbar.

Fossile Formen der Gattung sind aus dem mitteleuropäischen Tertiär bis zum Unteroligozän bekannt, und zwar erinnern die größeren Blätter an die der noch jetzt die Tropen bewohnenden Formen.

Von lebenden Arten sind elf beschrieben worden, von denen fünf das wärmere Amerika, drei Madagaskar, eine Westafrika, eine Ostindien bewohnen, während die letzte, eine in der nördlichen gemäßigten Zone der Alten Welt lebende Art, S. natans, der gemeine Wurzel-Schwimmfarn, auch in Deutschland auf stehenden und langsam fließenden Gewässern häufig ist; sie ist durch stumpf-elliptische, am Grunde schwach herzförmige, oberseits Sternhaare tragende Blätter gekennzeichnet.

Die Unterschiede der Arten beruhen auf der Form, der Behaarung und dem Stiele der Blätter, die bald rund oder sehr breit, bald lang und schmal und bei einer westafrikanischen Art schwarz punktiert sind.

Die Gattung Azolla oder Moos-Schwimmfarn enthält kleine, von Schuppenblättern bedeckte, wie Jungermannia-Lebermoose aussehende, reich verzweigte, auf dem Wasser schwimmende Pflänzchen. Die alternierenden Blätter sitzen auf der Oberseite der Achse in zwei Reihen und sind tief in zwei Lappen geteilt, von denen der obere auf dem Wasser schwimmt und auf seiner Innenseite eine von Nostoc- (Anabaena-) Algen bewohnte Höhlung aufweist (Abb. 63, B 4), während der untere Lappen untergetaucht ist. Die Oberlappen der aufeinanderfolgenden Blätter decken sich dachziegelig, so daß die Achse nirgends sichtbar ist. Die Verzweigungen entspringen dem Bauchteil der Achse und sind gleichfalls in zwei alternierenden Reihen geordnet; ebenso nehmen die einzeln oder büschelig stehenden langen und unverzweigten Wasserwurzeln ihren Ursprung an der Unterseite der Achse.

Die Sporokarpien stellen einfächerige, je einen Sorus enthaltende Kapseln dar, die zu zwei oder vier an den unteren Lappen des ersten Blattes eines Seitenzweiges sitzen, und zwar enthalten die männlichen eine größere Anzahl Mikrosporangien, die kleineren weiblichen dagegen nur ein einziges Makrosporangium. Die langgestielten, kugeligen Mikrosporangien sind angefüllt mit rundlichen Sporenpaketen, sogenannten Massulae (Abb. 63, B 5), die bei den amerikanischen Arten von ankerartigen Stacheln, sogenannten Glochiden, besetzt sind (Abb. 63, B 6). Die keimenden Sporen (Abb. 63, B 7) erzeugen nur ein aus

wenigen Zellen bestehendes Prothallium (Abb. 63, B 8), das nur ein Antheridium mit acht Spermatozoïden (Abb. 63, B 9) bildet. Das weibliche Sporokarp enthält nur eine ungestielte Makrospore, die im unteren Teil eine warzige oder gefelderte Deckschicht (Epispor), im oberen drei oder dreimal drei birnförmige, mit Luft gefüllte Schwimmkörper (Abb. 63, B 10, 11) trägt.

Auch nach der Keimung tritt das Prothallium nur wenig heraus; das erste Archegonium wird schon frühzeitig angelegt, weitere nur dann, wenn das erste nicht befruchtet wird. Der obere Teil des Indusiums wird bei der Keimung schirmförmig in die Höhe gehoben, während der untere desorganisiert wird, so daß die Makrospore frei zu liegen kommt. Hierdurch erlangen die Massulae die Möglichkeit, an dem warzigen Epispor des unteren Teiles der Makrospore sich festzuhaken (Abb. 63, B 11), so daß die keimenden Sporen die Spermatozoïden in der Nähe des Archegoniums zu entleeren vermögen.

Der nach der Befruchtung der Eizelle sich entwickelnde Keimling trägt die Makrospore noch lange an seiner Basis; er bildet frühzeitig ein schildförmiges Keimblatt (Scutellum; Abb. 63, B 13), welches die schnell folgenden Primärblätter glocken- oder kapuzenförmig umhüllt und dazu dient, den Embryo auf dem Wasser im Gleichgewicht zu halten.

Fossil glaubt man die Gattung im Tertiär von Britisch-Columbia entdeckt zu haben; den Massulae ähnlichen Gebilden begegnet man sogar schon in der oberen Kohlenformation Englands.

Von lebenden Arten kennt man vier, von denen zwei Amerika, die beiden anderen die wärmeren Gegenden der Alten Welt bewohnen. In Deutschland findet sich keine Art im wilden Zustand, jedoch ist die amerikanische A. caroliniana in Südeuropa verwildert und in Mitteleuropa eine wegen des zierlichen, rötlich gefärbten Laubes beliebte Kulturpflanze für die Wasserbassins in Gärten und Gewächshäusern.

Neuerdings empfiehlt man die Kultur von Azolla und Salvinia zur Bekämpfung der Mückenpest, namentlich in Malariagegenden, weil man beobachtet haben will, daß ihr dichter Wuchs es den Mückenlarven unmöglich macht, ihre Luftröhre an die Oberfläche des Wassers zu bringen.

Die Familie der **Marsiliaceae** oder **Pillenfruchtfarne** enthält die beiden Gattungen Marsilia und Pilularia. Es sind kleine krautige, sumpfbewohnende Gewächse, die mittels eines horizontalen, nach unten Wurzeln, nach oben Blätter entsendenden Stengels im Schlamme hinkriechen.

Bei der Gattung Marsilia oder Kleefarn unterscheidet man neben den ungeteilten Keim- und Primordialblättern noch die vierteiligen Wasser- und Luftblätter, auch Landblätter genannt. Die Wasserblätter haben schwächere Stiele und unterseits spaltöffnungsfreie sowie etwas größere Spreiten als die Luftblätter. Interessant ist, daß schon bei diesen verhältnismäßig tiefstehenden Pflanzen Schlafbewegungen der Blätter vorkommen; die Luftblätter legen sich nämlich nachts in Knospenlage zusammen, um sich morgens wieder zu entfalten. Der kriechende Stengel wird von einem hohlzylindrischen Leitbündel durchzogen, das von dem Rindengewebe durch eine Zellscheide (Endodermis) getrennt ist. Auch von dem Markzylinder oder von dem zentralen Festigungsstrang trennt es sich durch eine (innere) Zellscheide. Die Rinde besteht aus Stärke speichernden Zellen und Gerbstoff führenden Zellzügen, auch Lufträume sind in reichlichem Maße zwischen den Zellen entwickelt, eine bei Sumpfpflanzen wegen der Sauerstoffarmut des Schlammes besonders nötige Einrichtung. Die australische M. hirsuta hat an dem unterirdischen Stengel knollenartige Ruheknospen, die sich morphologisch als zusammengesetzte, von Niederblättern bedeckte Achselsprosse darstellen. Mit ihrer Hilfe vermag die Pflanze längere Dürreperioden zu überstehen; die bei uns heimische Art wird bei längerer Kultur im Trocknen steril, bedarf also periodischer Überschwemmung.

Die Sporokarpien treten am Grunde der Luftblätter in Einzahl oder zu mehreren, bei **M. polycarpa** zu vielen, auf (Abb. 64, A 1); es sind bohnenförmige, kurzgestielte, schließlich zweiklappig aufspringende Kapseln, die in der Innenschicht von einem rippenförmigen oder maschigen Leitbündelsystem durchzogen werden (Abb. 64, A 3). Ein knorpeliger, nach Öffnung der Kapseln verschleimender und stark an Volumen zunehmender Ring (Abb. 64, A 2) bedeckt Bauch- und Rückennaht, und an dieser Plazenta sitzen in

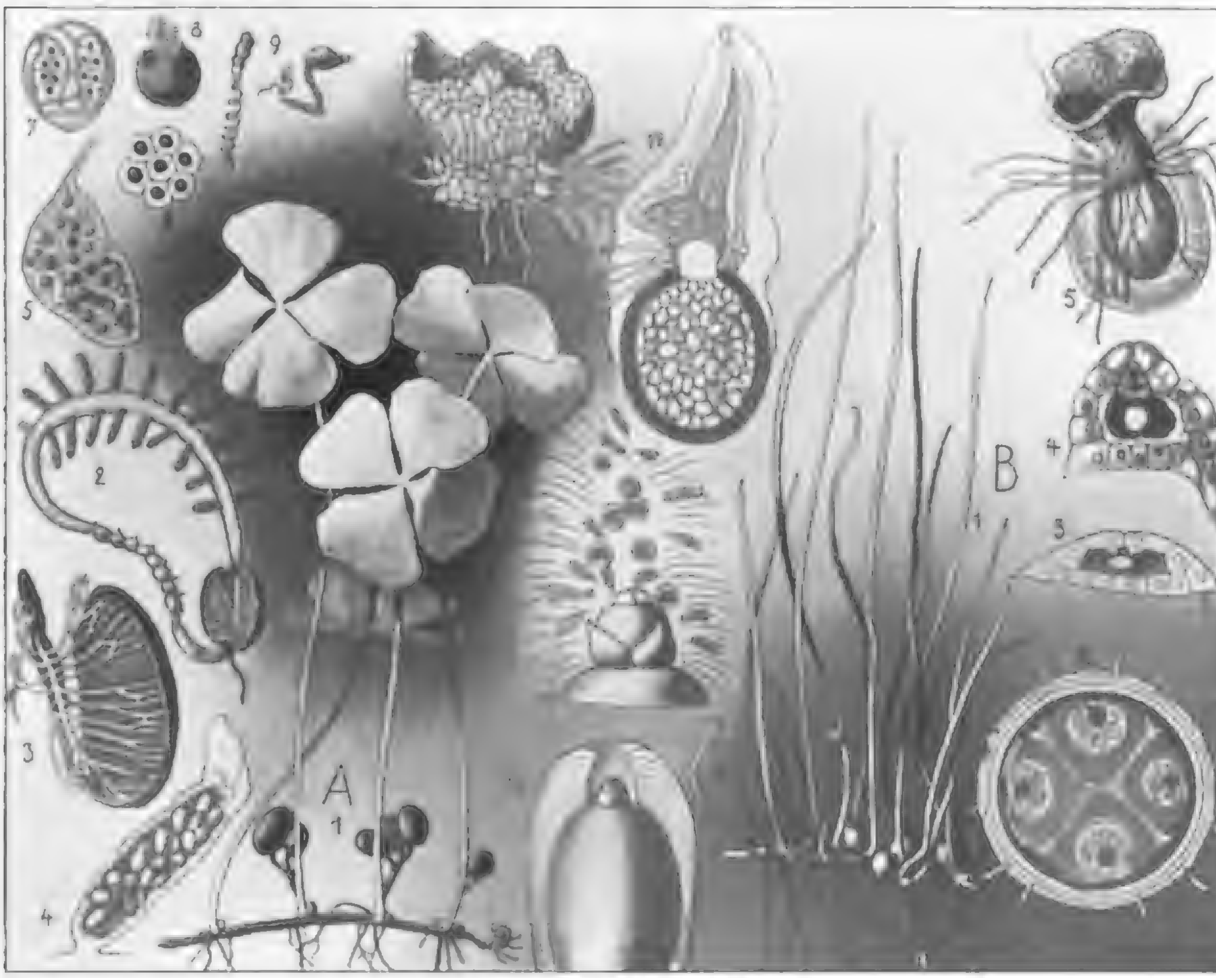


Abb. 64: Pillenfruchtfarne (Marsiliaceae).

A) Marsilia quadrifolia: 1) Habitus; 2) aufgesprungenes Sporokarp mit dem die Sporangienschläuche tragenden Plazentaring, vergrößert; 3) entleertes Sporokarp, um die Gefäßbündelverzweigung zu zeigen; 4) Sporangienschlauch mit (hellen) Makrosporangien und (dunklen) Mikrosporangien; 5) Mikrosporangium; 6) Mikrosporen; 7) Mikrospore im Durchschnitt mit Prothallium und zwei Antheridien; 8) Entleerung der Spermatozoiden aus der Mikrospore; 9) Spermatozoiden; 10) Makrospore mit Papille und Deckschicht (Epispor); 11) Spitze des Makrospores mit weiblichem Prothallium und eindringenden Spermatozoiden; 12) keimende Makrospore mit vom Prothallium umhüllten Embryo; 13) älterer Keimling. B) Pilularia globulifera: 1) Habitus; 2) Sporokarp im Querschnitt; 3) und 4) Entwickelung des Archegoniums; 5) Makrospore mit Prothallium.

zwei Reihen, in der Kapsel eng gehäuft, die von Schläuchen, Indusien, umgebenen Sori (Abb. 64, A 4), die in regelmäßiger Anordnung fast gleichgroße Mikro- oder Makrosporangien enthalten, erstere in größerer Zahl. Die Mikrosporangien (Abb. 64, A 5) sind von zahlreichen rundlichen Mikrosporen erfüllt (Abb. 64, A 6), deren Außenhülle (Episporium) von kleinen stumpfen Stacheln bedeckt ist (Abb. 64, A 8). Die geschlossene Spore entwickelt im Inneren durch Zellteilung ein rudimentäres Prothallium mit zwei Antheridien (Abb. 64, A 7), in denen die korkzieherartig gedrehten, zahlreiche Zilien tragenden Spermatozoïden (Abb. 64, A 9) zur Ausbildung gelangen. Die Makrosporangien enthalten dagegen nur eine von einer harten und dicken Außenschicht (Exosporium) und

einer gallertigen Deckschicht (Episporium) umgebene Makrospore, deren Scheitel zu einer rundlichen Pupille ausgestülpt und von einer dicken Schleimschicht umgeben ist (Abb. 64, A 10). Während die Spore im wesentlichen mit Stärke ausgefüllt ist, ist die Ausstülpung von einem feinkörnigen, oft rotgelben Plasma ausgefüllt, und hier findet sich der große Zellkern, aus dem sich durch Teilung das Prothallium mit dem Archegonium entwickelt (Abb. 64, A 11). Nach der Befruchtung wächst die Eizelle innerhalb des zuerst mitwachsenden Prothalliums zu dem Embryo aus (Abb. 64, A 12), und selbst später noch ist das Archegonium, von dem Keimling umhüllt, sichtbar (Abb. 64, A 13). Auch ohne Befruchtung vermag übrigens die Makrospore den Embryo zu entwickeln, so daß hier also ein Fall echter Parthenogenese vorliegt.

Die Gattung enthält über 50 Arten, von denen etwas mehr als die Hälfte die tropischen Gegenden bewohnt, indem auf das tropische Afrika zehn, auf Südasien acht, auf Südamerika sieben und auf Polynesien drei Arten entfallen. Am artenreichsten ist aber Australien mit nicht weniger als 14 Arten, während das temperierte Südafrika vier, Nordamerika sechs und die gemäßigte Zone der Alten Welt nur fünf Arten aufweisen. In Europa ist die Gattung nur durch M. quadrifolia, den vierblätterigen Kleefarn (Abb. 64, A), vertreten, der auch im mittleren Asien und Nordamerika vorkommt, in Deutschland aber nur im Rheingebiet, Oberbayern und in Schlesien konstatiert ist.

Der Nutzen der Gattung ist minimal. In Australien dienen die stärkemehlreichen Kapseln von M. nardu und M. Drummondii den Negern gelegentlich als Feldkost und haben auch schon europäischen Reisenden über Hungerzeiten hinweggeholfen; sie werden zu gelbem Mehl verrieben und dann mit Wasser zu Kuchen gebacken.

Fossile Reste von Sporokarpien aus dem Tertiär sind fraglich, dagegen glaubt man die viergeteilten Blätter der im Jura und bis zur unteren Kreide vorkommenden Sagenopteris, die an die Primärblätter der Marsilien erinnern, zu dieser Familie rechnen zu sollen.

Die Gattung Pilularia oder Pillenfarn (Abb. 64, B) ist gekennzeichnet durch spreitenlose, und zwar pfriemliche, in der Jugend schneckenförmig eingerollte Blätter. Die Sporenfrüchte stehen einzeln am Grunde der Blätter, aber nicht in deren Achsel. Es sind kurzgestielte, hartschalige, im Durchschnitt zwei- bis vierfächerige Kapseln (Abb. 64, B 2), deren Fächer je einen Sorus enthalten, indem die Sporangien auf einer wandständigen Plazenta dicht gedrängt und fast ungestielt sitzen, unten vorwiegend die Makrosporangien, oben die Mikrosporangien. Erstere umschließen nur eine einzige Makrospore, die außerhalb ihrer Außenschicht (Exosporium) noch von einer doppelten Deckschicht (Episporium) umgeben ist; diese ist innen weich und von prismatischer Struktur, außen schleimig. Letztere enthalten zahlreiche undurchsichtige Mikrosporen. Bei der Reife spaltet sich durch Quellung des inneren Gewebes die Kapsel in mehrere Klappen, und der herausdringende Schleim führt die Makro- und Mikrosporen mit sich, die ihre weitere Entwickelung dann in diesem Schleimtropfen durchmachen. Die Keimung der Mikrosporen bis zur Bildung der Spermatozoiden verläuft beinahe ebenso wie bei Marsilia, während das weibliche Prothallium bei Pilularia (Abb. 64, B 5) stärker entwickelt ist und bei der ersten Anlage des Archegoniums ergrünt. Das Archegonium besteht außer den äußeren Zellen aus einer Halskanal-, einer Bauchkanal- und einer Eizelle (Abb. 64, B 3, 4). Die Embryobildung geht in ähnlicher Weise vor sich wie bei Marsilia.

Die Verbreitung der sechs Arten dieser Gattung ist sehr ungewöhnlich. Eine Art findet sich in Australien, eine andere in Neuseeland, eine dritte in Bolivia, eine vierte im außertropischen Amerika, eine fünfte im Mittelmeergebiet und eine sechste, P. globulifera, das kugelfrüchtige Pillenkraut, in Europa. Diese Art ist auch in Deutschland heimisch, besonders in Nordwest- und in Süddeutschland, doch sind ihre auf Sümpfe und Teichränder beschränkten Standorte recht zerstreut, so daß man sie als selten bezeichnen kann.

Klasse 2:

Equisetales oder Schachtelhalmgewächse.

Die zur Klasse der Equisetales gehörenden Gewächse sind durch quirlig gestellte, meist sehr kleine oder gar schuppenartige Blätter gekennzeichnet, während die Sporophyllstände Zweige mit stark umgebildeten Blattorganen darstellen, die mehrere oder zahlreiche Sporangien tragen. Die Klasse enthält zwei Reihen, die Eueqnisetales und die Calamariales.

Reihe 1:

Euequisetales oder Eigentliche Schachtelhalmgewächse.

Bei den Euequisetales sind die Sporen sämtlich gleichartig; ein sekundäres Dickenwachstum der Leitbündel findet nicht statt.

Die einzige Familie ist die der **Equisetaceae** oder **Schachtelhalme**, die jetzt nur noch aus der einzigen Gattung Equisetum oder Schachtelhalm besteht. Fossile Equisetazeen sind dagegen mit Sicherheit schon in den älteren Schichten des Mesozoïkums nachgewiesen worden, im Trias, besonders in der Lettenkohle des Keupers; aber schon paläozoïsche Reste werden dahin gedeutet. Auch andere Gattungen der Familie hat man aus paläozoïschen und mesozoïschen Schichten beschrieben, Pflanzen mit wirtelig angeordneten und meist an der Basis durch Scheiden verbundenen Blättern. Während fossile Equiseten mit 20 cm dicken Stämmen und bis zu 100 im Wirtel stehenden Blättern bekannt sind, sind die Stämme der jetzt lebenden Formen bis auf die einiger südamerikanischer Arten nicht dicker als 1 cm. Es sind mit unterirdischen Stengeln kriechende und nur mit diesen ausdauernde Gewächse, während die oberirdischen Sprosse meist nur eine Vegetationsperiode durchmachen. Die Wurzelstöcke sind ziemlich solid oder von einer kleinen Höhlung durchzogen (Abb. 65, A 2), die oberirdischen Sprosse dagegen haben hohle Stengel; jedoch wird die Höhlung durch an den Knoten befindliche Querwände (Diaphragmen) in Kammern zerlegt (Abb. 65, A 3). Am Wurzelstocke finden sich neben den quirlig von den Knoten ausgehenden Wurzeln häufig noch unterirdische, knollig aufgeschwollene oder gar rosenkranzartig aneinandergereihte Seitensprosse (Abb. 65, A 1), die manchmal wieder zu normalen Sprossen auswachsen.

Die Sprosse sind an den Knoten von einer den darüberliegenden Teil des Stengels wie ein Schachteldeckel (daher der Name Schachtelhalm) umgebenden Blattscheide bedeckt, die sich aber an ihrem oberen Rande in Zipfel oder Zähne auflöst (Abb. 65, C 2; D 2). Die Stengel selbst tragen Rippen (carinae), die unterhalb der Blattzähne liegen, und abwechselnd damit Rillen (valleculae; Abb. 65, A 6), deren Zahl also auch der der Blattzipfel entspricht. Unter den Rillen liegen ebenso viele Luftkanäle (Valekularhöhlen), während unter den Rippen ebenso viele Leitbündel liegen, die je eine Höhlung (Karinalhöhle) einschließen (Abb. 65, A 3); bei den unterirdischen Sprossen sind Rippen und Rillen undeutlich und die Stengel meist rund (Abb. 65, A 2). Gewöhnlich sind die Leitbündel außen und innen von je einer gemeinsamen Schutzscheide umschlossen, seltener sind die Bündel einzeln von einer solchen umgeben. Das Sproßende wächst, von Blattscheiden eingehüllt, mittels einer großen, tetraëdrischen Scheitelzelle weiter, außerdem wachsen die Stengel interkalar, indem oberhalb jedes Knotens, von den Blattscheiden bedeckt, eine Gewebeschicht weich und wachstumsfähig bleibt. Die Oberhaut wird von länglichen, oft stark verkieselten Zellen gebildet, in den Riefen befinden sich zu Längsreihen geordnete Spaltöffnungen mit chlorophyllhaltigen

Schließzellen und radiären, besonders stark verkieselten Verdickungsleisten (Abb. 65, F 1—3). Während bei manchen Arten sämtliche Sprosse eine reiche wirtelige Verzweigung aufweisen, sind bei einigen die oberirdischen Sprosse normalerweise unverzweigt. Bei anderen



Abb. 65: Schachtelhalme (Equisetaceae).

A) Equisetum arvense: 1) Fertiler Sproß; 2) Durchschnitt durch den Wurzelstock; 3) Sporophyll mit geschlossenen Sporangien; 4) Sporophyll mit aufgesprungenen Sporangien; 5) steriler Sproß; 6) Knoten desselben, vergrößert. A*) Equisetum arvense: 1) Spore mit Elateren; 2)–6) Keimung der Spore; 7), 8) Antheridien; 9)–11) Spermatozoidentwickelung; 12) Spermatozoid; 13) weibliches Prothallium; 14), 15) Archegonium mit Embryoentwickelung; 16) Keimling mit primärer Wurzel, noch am Prothallium sitzend. B) E. maximum: Sporophyllstand. C) E. hiemale: 1) Fertiler Sproß; 2) Basalteil des Sprosses; 3) Stengel, durchschnitten. D) E. heleocharis: 1) Sporophyllstand; 2) Stengelstück, vergrößert. E) E. heleocharis: Ästiger fertiler Sproß. F) E. heleocharis: 1) Anlage einer Spaltöffnung im Durchschnitt; 2) fertige Spaltöffnung im Durchschnitt; 3) Spaltöffnung von oben, alle vergr.

Arten wiederum sind die sterilen Sprosse verzweigt, die fertilen unverzweigt. Es gibt aber auch Schachtelhalme, bei denen die fertilen, unverzweigten Sprosse nach Abwerfung der Sporophyllstände zu verzweigten, sterilen Sprossen auswachsen.

Die ährenförmigen, häufig als Blüten bezeichneten Sporophyllstände sind bei Equisetum immer endständig und an der Basis von Ringen unvollkommen ausgebildeter

Blattscheiden umgeben, die den Hochblättern der höheren Pflanzen vergleichbar sind. Sonst bestehen sie nur aus zahlreichen Quirlen kleiner, schildförmiger gestielter Sporophylle, die an der Unterseite sack- oder schlauchförmige, schließlich an der Innenseite aufplatzende Sporangien tragen (Abb. 65, A 3, 4). Die zahlreichen, kugeligen, grünen Sporen werden von vier Häuten umhüllt, von denen die äußere sich in zwei Spiralbänder spaltet, die Elateren genannt werden (Abb. 65, A* 1). Bei Austrocknung strecken sich die Elateren, um sich bei feuchter Witterung oder auf nassem Boden wieder einzurollen; dadurch, daß sie sich um die Sporen und gegenseitig um sich selbst haken, halten sie die Sporen zu kleinen Flocken zusammen, was für die Befruchtung wichtig ist, da die Prothallien der Schachtelhalme eingeschlechtig sind. Weggeschleudert werden die Sporen also nicht, d. h. die Elateren bilden hier keinen eigentlichen Schleuderapparat, wie beispielsweise bei den Lebermoosen.

Die auf feuchter Erde oder im Wasser leicht keimende Spore sprengt die Häute (Abb. 65, A* 2) und teilt frühzeitig eine uhrglasförmige Zelle ab (Abb. 65, A* 3), die alsbald zu einer Haarwurzel auswächst (Abb. 65, A* 4, 5); beide Zellen enthalten schon Chlorophyll. Die größere Zelle bringt durch Teilung sehr verschiedenartige Gewebekörper hervor (Abb. 65, A* 6), die schließlich zu dicken, gelappten, bei männlichen Prothallien auch zuweilen flaschenförmigen oder fädigen Körpern werden. Die gewöhnlich in größerer Anzahl am männlichen Prothallium gebildeten Antheridien (Abb. 65, A* 7, 8) entwickeln im Inneren zahlreiche Spermatozoidmutterzellen (Abb. 65, A* 9), deren Inhalt sich allmählich zu je einem Spermatozoid umbildet (Abb. 65, A* 10, 11), das aus einem kurz-spiraligen Körper und einem Wimperkranz besteht (Abb. 65, A* 12). Die Antheridien öffnen sich durch Auseinanderweichen der Deckelzellen. Die weiblichen Prothallien (Abb. 65, A* 13) zeichnen sich außer durch den Archegonien tragenden Körper durch sterile Lappen aus, die wohl dazu dienen, Regen- oder Tautropfen aufzufangen, die Spermatozoiden enthalten mögen. Für die Archegonien (Abb. 65, A* 14) sind die verlängerten Mündungszellen des Halses charakteristisch, auch haben sie nach Art der Lykopodien zwei nebeneinanderliegende Halskanalzellen. Schon innerhalb des Archegoniums zeigt sich beim jungen Embryo eine Scheidung in Vegetationsspitze, Blattscheide und Wurzel (Abb. 65, A* 15), und bald nach dem Heraustreten aus dem Prothallium sind diese Teile bereits deutlich entwickelt (Abb. 65, A* 16).

Die 24 Arten der Gattung sind über die ganze Erde verbreitet und bewohnen sowohl die Tropen als auch die gemäßigte und kalte Zone. In Deutschland finden sich nicht weniger als zehn, darunter vier mit verschieden gestalteten fertilen und sterilen Sprossen, und zwar vor allem, als gemeinste Art, der überall auf Äckern häufige Acker-Schachtelhalm oder Duwok, E. arvense (Abb. 65, A), eines unserer lästigsten Unkräuter, das wegen seiner über viele Quadratmeter hinkriechenden Wurzelstöcke nur schwer zu vertilgen ist. Der Acker-Schachtelhalm ist über die ganze nördliche gemäßigte Zone sowie außerdem noch in Südafrika verbreitet. Er wird nur 15—30 cm hoch und entwickelt die unverzweigten strohfarbenen fertilen Sprosse (Abb. 65, A 1) schon im März und April, seine in vierkantige Äste verzweigten sterilen Sprosse (Abb. 65, A 5) im Sommer. Ähnlich verhält sich unsere größte Art, der großscheidige Schachtelhalm, E. maximum (Abb. 65, B), eine 30—100 cm hohe Pflanze, die an feuchten, schattigen Orten und in Waldsümpfen sehr zerstreut wächst und sich bis Zentralasien und Nordwestafrika erstreckt, ferner auch in Kalifornien wohnt; die achtkantigen Äste stehen bei dieser Art zu 30—40 in Quirlen. Fertile Stengel, die sich später in sterile umbilden, haben der Wald-Schachtelhalm, E. silvaticum, und der Wiesen-Schachtelhalm, E. pratense, beide auf feuchtem, schattigem Boden nicht selten, ersterer mit doppelästigen vierkantigen, letzterer mit einfachästigen dreikantigen Quirlästen, beide über die nördliche gemäßigte Zone verbreitet.

Zu den Arten mit gleichförmigen sterilen und fertilen Stengeln gehören vor allem zwei einjährige, ziemlich weiche, grasgrüne Formen mit stumpfen Ähren, die beide an Feuchtigkeit gebunden sind, der Sumpf-Schachtelhalm, E. palustre, besonders auf sumpfigen Wiesen häufig, mit einfachästigem, gefurchtem, etwas weichem Stengel, enger Zentralhöhle und locker anliegenden Scheiben, die meist

sechs lanzettliche, breit weißrandige Zähne tragen, sowie der in Sümpfen und an Teichen häufige Schlamm-Schachtelhalm, E. heleocharis oder limosum (Abb. 65, D), mit gestreiftem, glattem, nur zuweilen ästigem (Abb. 65, E) Stengel und weiter Zentralhöhle, aufrechten Scheiden sowie meist 20 dreieckig-pfriemlichen schwarzbraunen, schmal weißrandigen Zähnen. Beide Arten treten häufig so massenhaft auf, daß sie geradezu Bestände bilden. Rauhe graugrüne oder bräunliche harte Stengel und zugespitzte Ähren haben drei in Deutschland heimische Arten mit einfachem Stengel sowie eine reich verzweigte Art, der ästige Schachtelhalm, E. ramosissimum, eine auf Sandboden sehr zerstreut vorkommende Pflanze mit gewölbtgerippten, oberwärts kreiselförmigen Scheiden. Auf Sandboden sehr selten ist der bunte Schachtelhalm, E. variegatum, mit einfachen sechs- bis achtrippigen Stengeln und gewölbten Scheidenrippen mit eingedrückter Mittellinie. Nur am Rheinufer, von der Pfalz südlich, sowie sonst noch in Schottland und Irland wächst der rauhzähnige Schachtelhalm, E. trachyodon, mit einfachen Stengeln, anliegenden Scheiden und 8—14 meist schwarzen, erst im Alter abfallenden Zähnen, während der ähnliche, früh abfallende Spitzen an den flachgerippten, walzenförmigen, enganschließenden Scheiden tragende Winter-Schachtelhalm, E. hiëmale (Abb. 65, C), auf feuchten, schattigen Waldplätzen verbreitet ist.

Außer diesen zehn Arten, von denen freilich nur das erwähnte E. trachyodon auf unseren Kontinent beschränkt ist, hat Europa nur noch eine Art, in Nordamerika zählt man zwölf Arten, acht Arten wachsen im tropischen Amerika, von denen drei auf Mexiko beschränkt sind. Ostasien, der Himalaja und das tropische Asien einschließlich Polynesien beherbergen nur eine Art, Afrika nur drei der europäischen Formen, und Australien hat keine einzige. Es geht hieraus hervor, daß die jetzt lebenden Formenreihen der Gattung nordischen Ursprunges sind und sich wohl in kühleren Regionen gebildet haben, denn auch in Südamerika ist die Gattung fast ganz auf den andinen Westteil beschränkt. Hier freilich erreicht sie die stattlichsten Dimensionen, indem z. B. E. xylochaetum $3^1/_2$ m hohe, allerdings nur $1^1/_2$—2 cm dicke, aber etwas holzige Stengel entwickelt. E. Martii wird 5 m, das zwischen Bäumen in die Höhe kletternde E. giganteum sogar über 12 m hoch, freilich auch nicht dicker als 2 cm. E. Schaffneri dagegen hat zwar nur 2 m hohe, dafür aber 10 cm dicke Stengel mit sehr großer Zentralhöhle. Trotz der weiten und, wie es scheint, noch gar nicht einmal alten Verbreitung der jetzigen Formen kann man den Schachtelhalmen keine bedeutende Zukunft prophezeien. Infolge günstiger Spezialanpassungen werden sich natürlich manche Arten, wie z. B. E. arvense, auch fernerhin nicht nur gut halten, sondern sogar noch weiter vordringen, ebenso auch E. palustre und E. limosum, aber im ganzen ist die Form der Equiseten doch schon eine zu starre, um den stetig sich ändernden äußeren Bedingungen folgen und sich ihnen anschmiegen zu können. Während die Schachtelhalme früher offizinell waren und besonders wegen ihrer Akonitsäure (Equisetsäure) als Diuretikum benutzt wurden, zuweilen auch noch als Astringentia, ist ihr Nutzen jetzt minimal. Lokal dienen manche rauhe Arten zum Polieren von Zinngefäßen und haben daher auch den Namen Zinnkraut oder Kannenkraut erhalten.

Reihe 2:

Calamariales oder Rohrhalmgewächse.

Die Reihe der Calamariales umfaßt nur zwei Familien, die **Calamariaceae** oder **Rohrhalme**, deren einfache, schmale, quirlig angeordnete Blätter frei stehen oder teilweise zu Scheiden verwachsen bzw. in der Jugend zu kurzen Scheiden vereinigt sind, und die **Protocalamariaceae** oder **Erstlings-Rohrhalme**, die durch gegabelte, meist sehr schmale Blätter gekennzeichnet sind und sich dadurch den Sphenophyllazeen nähern. Beide Familien haben ährenförmige, zuweilen bis 30 cm lange Sporophyllstände, die denen der Schachtelhalme ähneln, abgesehen davon, daß bei ihnen die Sporophylle nur wenige, meist vier, Sporangien tragen und sterile Blattquirle mit fertilen gewöhnlich abwechseln. In anderen Fällen stehen die Sporophylle dagegen in den Achseln der sterilen Blätter. Bei einigen Arten hat man bei den Sporangien desselben Sporophylls Heterosporie nachgewiesen, d. h. Sporangien mit einer oder mehreren Makrosporen neben solchen mit zahlreicheren kleineren Mikrosporen. In anderen Blüten findet man nur eine Sorte von kleinen Sporen und hält sie für

Mikrosporangienstände. Die Sporophyllstände stehen entweder am Ende der Zweige, häufig in Rispen, oder in stammbürtigen Quirlen.

Es sind größere, häufig baumförmige, gewöhnlich regelmäßig quirlig verzweigte Pflanzen, deren in der Jugend mit Mark gefüllte, später hohle, gegliederte Stengel (Abb. 66, A) ein sekundäres Wachstum des Holzringes und eine dicke Rinde aufweisen. Während die quirlig am Stengel stehenden Blätter meist strahlig auseinanderspreizen, haben die Seitensprosse häufig kleinere, oft an der Basis miteinander verwachsene Blätter, die man früher als besondere Gattung oder Familie ansah und mit dem Namen Annularia oder Ringpflanze (Abb. 66, B) bezeichnete; als Asterophyllites oder Sternblatt bezeichnete man ähnliche Sprosse mit aufwärts gerichteten Blättern.



Abb. 66: Rohrhalme und Keilblatthalme.
A) Stammstück von Archaeocalamites radiatus (Calamites transitionis); B) Annularia; C) Sphenophyllum.

Die Rohrhalme spielten in der paläolithischen Epoche, namentlich in der Kohlenperiode, eine bedeutende Rolle und nahmen, wie die produktive Kohle zeigt, in starkem Maße an der Zusammensetzung der damaligen Vegetation teil (Taf. 13, F). Man hat sogar einem Horizont der Ottweiler Schichten wegen ihres massenhaften Vorkommens den Namen Kalamarienstufe gegeben. Mit dem Rotliegenden verschwinden diese Pflanzen. Sie stellen keineswegs die Vorfahren der Schachtelhalme dar, sondern offenbar eine früh, aber wohl nach den Sphenophyllazeen, abgetrennte Seitenkette.

Klasse 3:

Sphenophyllales oder Keilblattgewächse.

Die Keilblattgewächse sind eine bisher nur aus den älteren Sedimentärschichten, und zwar vom Devon bis zum Perm, bekannt gewordene, seitdem wohl ausgestorbene Pflanzenabteilung mit so charakteristischen Blättern und Sporophyllständen, daß man ihnen

mit einiger Sicherheit eine Stellung zwischen den Schachtelhalm- und Bärlappgewächsen anweisen kann. Namentlich die ältesten Typen, besonders die im untersten Karbon auftretende Gattung Cheirostrobus, erinnern in ihren Sporophyllen an Rohrhalme, in ihrem anatomischen Bau an Schuppenbäume.

Bezüglich der Blattausbildung haben die Pflanzen dieser Klasse wiederum manches Gemeinsame mit den Farngewächsen, speziell gewisse Ähnlichkeiten mit den Salviniazeen; die Blattstellung dagegen, die Gliederung des Stengels und der Bau des Sporophyllstandes weisen sehr entschieden auf die Schachtelhalmgewächse hin, und zwar besonders auf die gleichfalls ausgestorbenen und durch sekundäres Dickenwachstum sowie quirlständige Blätter gekennzeichneten Rohrhalme. Die Keilblattgewächse werden daher von neueren Forschern auch den Equisetales, freilich als besondere Reihe, eingeordnet.

Die Klasse besteht nur aus der einzigen Familie der **Sphenophyllaceae** oder **Keilblätter,** die wiederum nur die einzige Gattung Sphenophyllum oder Keilblatt (Abb. 66, C) enthält.

Es sind Pflanzen mit verzweigten, durch etwas vorspringende Knotenlinien gegliederten Stengeln und quirlig angeordneten, im Verhältnis zum Stamm kleinen Blättern. Diese stehen in einer durch drei teilbaren Zahl am Stengel, sind keilförmig und werden von gegabelten Adern durchzogen. Sie sind gewöhnlich breit und außen abgerundet, man kennt aber auch gezähnte, gelappte, gabelteilige oder in fädige Abschnitte zerspaltene Blätter. Häufig ist ein Teil der Blätter kleiner als die Mehrheit der anderen des gleichen Quirles, was auf eine horizontal schwimmende Lebensweise, analog den Salvinien, hindeutet (Taf. 13, E). Oft finden sich an demselben Zweigstücke mehrere Arten von Blättern. Der Stengel enthält einen zentralen, geschlossenen, dreikantigen Leitbündelstrang sowie, ihn einschließend, sekundäres Holz, das wiederum von Bast und schließlich von einer dicken Rinde umgeben ist.

Die Sporophylle sind zu einer endständigen, langen Ähre vereinigt; sie stehen wirtelig, und zwar sind die Sporenblätter jedes Wirtels an der Basis mehr oder weniger miteinander verbunden. Die gestielten Sporangien befinden sich auf der Oberseite oder in der Blattachsel der Sporophylle, einzeln oder zu zweien hintereinander. Bei einer Art hat man zweierlei Sporen beobachtet.

Klasse 4:
Lycopodiales oder Bärlappgewächse.

Die Bärlappgewächse sind vor allem durch einzeln am Grunde der Blattoberseite oder in der Blattachsel sitzende Sporangien gekennzeichnet. Die Sporophylle sind gewöhnlich zu endständigen, ährenförmigen Sporophyllständen vereinigt. Die Spermatozoïden sind mit Ausnahme der Isoëten nur mit zwei Zilien versehen. Die in der Regel zahlreichen Blätter stehen fast immer spiralig und sind meist klein, oft schuppenförmig, in der Jugend nicht eingerollt. Die Verzweigungen des Stammes und der Wurzeln sind gabelig.

Man teilt die Klasse in zwei Reihen, deren erste gleichartige Sporen und einfache Blätter hat, während bei der anderen die Sporen je nach dem Geschlecht groß oder klein sind, so daß man also Makro- und Mikrosporen unterscheidet; auch tragen die Blätter am Grunde auf der Innenseite einen meist zungenförmigen Anhang, Ligula genannt. Erstere, die Lycopodiales isosporae, umfassen die zwei noch existierenden Familien Lycopodiaceae und Psilotaceae, letztere, die Lycopodiales heterosporae, die lebenden Familien der Selaginellaceae und Isoëtaceae sowie die ausgestorbenen Familien der Lepidodendraceae und Sigillariaceae.

[Zu Tafel 13.]


G) Lepidodendron.
A) Farnbaum,
Caulopteris mit Pecopteris
C) Sphenopteris
vom Typus Hoeninghausi.
B) Farnstamm, Megaphyton.
E) Spheno-
-phyllum.
F) Calamites ramosus.
J) Sigillarie (Syringoden-
dron mit Stigmariopsis).
L) Cordaites.
H) Sigillarie



Pteridophyten der Steinkohlenzeit.

Eine neue Einteilung legt die Zahl der Zilien der Spermatozoïden zugrunde; hiernach werden die Isoëtaceae als Lycopodiales pluriciliatae den Lycopodiales biciliatae gegenübergestellt, die dann in die Lycopodiaceae, Psilotaceae und Selaginellaceae zerfallen. Die Stellung der ausgestorbenen Familien muß bei dieser Einteilung aber dauernd zweifelhaft bleiben, da man deren Spermatozoïde natürlich nie kennen lernen wird.

Reihe 1:

Lycopodiales isosporae oder Gleichsporige Bärlappgewächse.

Die Familie der **Lycopodiaceae** oder **Echten Bärlappe** reicht wahrscheinlich bis zur paläolithischen Epoche hinauf; jetzt sind von ihr nur noch zwei Gattungen kleiner erdbewohnender oder epiphytischer perennierender Kräuter erhalten, deren ohne deutliche Scheitelzelle wachsende Stämme sich oft gabelig verzweigen und aufrecht stehen, an der Erde hinkriechen oder bei epiphytischer Lebensweise auch häufig herabhängen. Das Zentrum der Stämme wird eingenommen von einem Leitstrang mit gut ausgebildeten Tracheiden und Siebröhren und strahlig angeordneten oder — bei den kriechenden Stämmen — geschichteten wasserleitenden Elementen. Die gewöhnlich sehr dicke Rinde besteht in der Regel zum Teil aus stark verdickten, oft auch verkorkten oder verholzten Zellen, die vielfach gestreckt sind, geneigte Querwände und schlitzteilige Poren haben. Auch die Wurzeln wachsen ohne Scheitelzelle, sie entstehen bei den kriechenden Stämmen an der Bauchseite, bei den aufrechten an allen Seiten und wachsen bei den letzteren im Rindenkörper nach unten, währenddessen sie sich häufig schon gabeln. Die tropisch-epiphytischen Formen entwickeln ein ausgebildetes, schwammiges Wurzelgeflecht, das von einem dichten Pelz langer Wurzelhaare bedeckt ist; es dient zur Sammlung von Humus und zum Speichern des Wassers, das von den Wurzelhaaren aufgefangen und absorbiert wird.

Die nur von einem Leitstrang durchzogenen Blätter sind meist zahlreich, teils lang und nadel- oder fadenförmig, bei Phylloglossum pfriemlich, teils schuppenförmig, rundlich, eiförmig oder lanzettlich, spreizend oder anliegend, spiralig oder quirlig angeordnet, häufig einander deckend, kahl, ungeteilt und nur selten gesägt oder gewimpert. Oft sind die sterilen und die Sporangien tragenden Blätter verschieden gestaltet und dann die letzteren gewöhnlich breiter und kürzer und zu ährenförmigen Sporophyllständen angeordnet. Die einzeln stehenden Sporangien gehen aus mehreren Zellen der Blattbasis hervor und sind meistens von nieren- oder bohnenförmiger Gestalt (Abb. 67, B 4, G 2; Abb. 68, F 2), sitzend oder kurz gestielt. Sie öffnen sich in zwei Klappen, um die das ganze Innere ausfüllenden kugeltetraëdrischen, von einer netzförmigen, getüpfelten oder kurz stacheligen Außenschicht (Exosporium) umgebenen Sporen (Abb. 68, F 3) zu entlassen.

Die keimende Spore (Abb. 68, C 3) bildet einen kurzen Zellfaden, aus dem bald ein dickerer, eiförmiger Körper (Abb. 68, C 4) hervorgeht, der dem Vorkeim der Moose vergleichbar ist, da sich erst aus ihm durch Sprossung das eigentliche Prothallium entwickelt. Dieses kann oft jahrelang leben und sich auch auf ungeschlechtliche Weise durch Brutknospen (Abb. 67, E 6) oder gar durch die Trockenzeit überstehende Dauerbrutknospen (Abb. 67, E 7) vermehren. Die Prothallien sind von sehr verschiedener Gestalt, teils fädig oder verzweigt fädig (Abb. 67, E 2—4) bzw. wurmförmig (Abb. 67, B 6), teils knollig (Abb. 67, B 5; Abb. 68, F 6—8) bzw. walzig (Abb. 68, C 5) oder rübenförmig (Abb. 68, H 2, 3); zuweilen finden sich auch Knollen und Fäden gemischt (Abb. 67, E 5, 8). Die unterirdischen

oder unter der Borke von Bäumen lebenden Prothallien sind bleiche Saprophyten; bei den ganz oder teilweise oberirdisch sich ausbildenden Prothallien unterscheidet man häufig einen chlorophyllführenden, also grünen, lappigen Kronenteil, einen Stengelteil und einen Wurzelhaare tragenden Fußteil (Abb. 68, C 5). An den unterirdischen Teilen sind gewöhnlich Epidermis, Rindenschicht und zentrales Gewebe deutlich differenziert, zwischen den letzteren beiden eingeschoben findet sich zuweilen noch eine aus palisadenförmigen Zellen bestehende Lage und ein Öl oder Stärke führendes Speichergewebe, Schichten, die sämtlich durch ein deutliches Teilungsgewebe wachsen. Die Rinden- und oft auch die Palisadenzellen sind von einem Geflecht von Pilzfäden erfüllt, das auch die Wurzelhärchen umspinnt und offenbar bei der Aufnahme der organischen Substanzen des Humus eine Rolle spielt. In vegetativer Beziehung sind also diese Prothallien weit komplizierter als die der anderen Pteridophyten.

Bezüglich der Sexualorgane herrscht in dieser Familie keine besondere Mannigfaltigkeit. Meist sitzen Archegonien und Antheridien nahe beieinander auf der oberen Fläche des Prothalliums (Abb. 68, F 4, 6, H 3), häufig von haarartigen Gebilden, Paraphysen, umgeben (Abb. 67, B 5, E 8). Beiderlei Geschlechtsorgane entstehen aus einer Oberflächenzelle. Die Antheridien sind später eingesenkt mit kaum hervorgewölbter Außenwand (Abb. 68, C 4, F 4); sie sind von vielen Spermatozoïd-Mutterzellen erfüllt (Abb. 68, C 6), die je ein mit zwei langen Zilien ausgestattetes, rundliches oder längliches, kaum gedrehtes Spermatozoïd (Abb. 68, F 5) enthalten. Die Archegonien sind durch einen hervortretenden Hals gekennzeichnet, der manchmal nur eine (Abb. 68, C 7), in anderen Fällen aber bis 14 Halskanalzellen enthält (Abb. 67, B 5, E 8; Abb. 68, F 4, 6, H 3, 4).

Die Entwickelung des Embryos ist sehr eigenartig und weicht von derjenigen der anderen Pteridophyten ab. Nach der Zweiteilung der befruchteten Eizelle wird die obere Zelle zum Embryoträger, während die andere sich weiter teilt und den als Saugorgan dienenden Fuß sowie den Körper des Embryos bildet, aus dem sich dann die Wurzel- und Stammanlage herausdifferenziert (Abb. 67, E 9; Abb. 68, F 6). Bei manchen Formen stellt der untere Teil des Embryokörpers eine Protokorm genannte Knolle dar (Abb. 68, C 8), die sich durch Wurzelhaare mit Hilfe von Pilzmyzel ernährt und besondere zylindrische Blätter, sogenannte Protophylle, hervorbringt (Abb. 68, C 9), die von den späteren stark abweichen. Man sieht diese Protokorme als primitive Anpassungen an, als erste Versuche, den Sporophyten, der bei den Moosen noch vollständig im Prothallium parasitiert, unabhängig zu machen und infolge stärkerer Nahrungszufuhr auch die Bildung zahlreicherer Sporen zu ermöglichen. Den unterirdisch sich entwickelnden Embryonen, die sich saprophytisch ernähren, fehlen natürlich derartige Assimilationsorgane des Embryos.

Auch an den ersten Wurzeln (Abb. 68, C 9) und an abgerissenen jungen Blättern zeigen sich zuweilen knöllchenartige Anschwellungen (Vermehrungsprotokorme), die sich selbständig entwickeln können und also als Adventivsprosse anzusehen sind. Ebenso vermehrt sich die sporophytische Generation häufig auf ungeschlechtliche Weise, und zwar erstens durch Pseudo-Adventivknospen, d. h. nahe dem Stammscheitel ohne Beziehung zu den Blättern sich bildende und von der Mutterachse eingeschlossene, den schlafenden Augen höherer Pflanzen vergleichbare Knöspchen, die unter günstigen Umständen sogar an alten oder scheinbar abgestorbenen Pflanzen zur Entwickelung gelangen, sich bewurzeln und ablösen, oder zweitens durch echte Brutknospen (Abb. 67, B 2, 3), die überhaupt nicht eingeschlossen werden, bald vom Stamm abfallen und namentlich bei arktischen und alpinen Formen ein Hauptmittel

der Vermehrung der Lykopodiazeen darstellen. Auch abgeschnürte oder durch Absterben der unteren Partien isolierte Sproßteile können sich selbständig weitervermehren.

Von den beiden Gattungen der Familie hat Phylloglossum, das Zungenblatt, einen den unverzweigten Sporophyllstand tragenden, unbeblätterten Stiel. Die kurzen, in eine Spitze auslaufenden Sporophylle sind eigentlich nur Deckblätter des nierenförmigen Sporangiums (Abb. 67, G 2).

Die einzige Art, Drummonds Zungenblatt, Ph. Drummondii (Abb. 67, G), ist auf das nicht tropische Australien, Tasmania und Neuseeland beschränkt, wo sie auf feuchtem Sandboden wächst. Es ist ein kleines, bis 5 cm hohes Pflänzchen, mit wenigen grundständigen Blättern, wenigen einfachen Wurzeln und meist zwei Knöllchen. Man kann es ansehen als ein im Jugendstadium verbliebenes Lycopodium mit knollentragendem Protokorm nebst Protophyllen: es würde dann nur der endständige Sporophyllstand die Hauptgeneration repräsentieren.

Die Gattung Lycopodium oder Bärlapp ist fast über die ganze Erde verbreitet und umfaßt etwa 100 Arten, von denen der größere Teil der tropischen Arten epiphytisch wächst. Sehr reich an epiphytischen Formen ist das südasiatische Monsungebiet nebst den angrenzenden Teilen der Südsee und Australiens, noch reicher aber das zentral- und südamerikanische Florengebiet, besonders die Gebirgswälder Kolumbiens und Südbrasiliens, deren Arten zum Teil auch mit den terrestrischen Formen der hochandinen Gebiete verwandt sind. Dauernd trockene Landstriche, wie Wüsten, werden von den Lykopodien gemieden, ebenso Gegenden mit längerer, stark ausgeprägter Trockenzeit; daher sind sie in den Steppengebieten Afrikas recht spärlich und fast nur durch auch sonst verbreitete Formen vertreten. Gegen mäßige Trockenheit haben aber manche afrikanische Arten Schutzeinrichtungen, z. B. dicke, harte oder eingerollte Blätter, stark ausgebildete Kutikula usw. Im allgemeinen verlangen sie, ähnlich den Farnen, eine feuchte Atmosphäre, besonders natürlich die epiphytischen Formen; auch an den Boden stellen die meisten Arten größere Anforderungen, da sie ja häufig in ihrem langen prothallischen Leben ganz oder teilweise Saprophyten sind. Wenngleich ihr Lichtbedürfnis nicht groß ist, werden sie doch von zu dichter Vegetation erdrückt und wachsen daher nicht auf Wiesen und in Savannen; die terrestrischen Arten bevorzugen vielmehr offene Gegenden, besonders Moor, Heide und auch lichtere Waldungen, die Bewohner der nordischen Gegenden und Hochgebirge vertragen sogar sehr viel Sonne. Nur wenige Arten wachsen auf dürrem, sandigem oder steinigem Boden, besonders L. cernuum, dem sogar Schwefelausdünstungen nicht schaden; andere Arten lieben zeitweise Überschwemmungen, z. B. L. inundatum, oder sogar dauerndes Wasserleben, z. B. L. alopecuroïdes.

Während einige Arten die gesamten Tropen oder die nordischen Gebiete bewohnen, einzelne unter ihnen sogar fast kosmopolitisch sind, haben andere eine sehr begrenzte Verbreitung. Massenhaft treten sie fast nie auf, immerhin bilden einige Arten gelegentlich kleinere Bestände. Daß sie in früheren Perioden eine größere Bedeutung gehabt haben, geht schon aus der Existenz fossiler Funde hervor; bei dem sporadischen Vorkommen der gegenwärtig lebenden Lykopodiazeen würde es ein seltener Glücksfall sein, wenn man in den Ablagerungen unserer Zeit einst gerade die Reste dieser Familie entdecken würde. Daß sie sich aber auch in Zukunft erhalten werden, dafür sprechen ihre Spezialanpassungen einerseits an epiphytische Lebensweise, anderseits an Moor, Heide und überschwemmte Stellen, besonders in Verbindung mit kaltem, arktischem oder hochalpinem Klima; auch Anpassungen an offene und trockene Lokalitäten, wie sie z. B. L. cernuum aufweist, verbürgen naturgemäß ein langes Ausdauern der Art oder ihrer Abkömmlinge. Große Variabilität vieler Formen beweist gleichzeitig, daß auch ihre Entwickelungsfähigkeit nicht erstarrt ist.

Man teilt die Gattung in zwei Untergattungen, von denen die erste, Urostachya, durch die deutliche gabelige Verzweigung, die nur an der Basis büschelig auftretenden Wurzeln sowie durch getüpfelte Sporen gekennzeichnet ist. Die Sporophylle sind niemals verzweigt, die Sexualorgane sind mit Paraphysen untermischt, die Embryonen ohne Protokormbildung. Diese Untergattung zerfällt in zwei Sektionen, Selago, bei der die Sporophylle von den sterilen Blättern nicht oder wenig verschieden sind, und Phlegmaria, bei der die Sporophylle kleiner sind als die sterilen Blätter und schlanke, oft fadenförmige Sporophyllstände

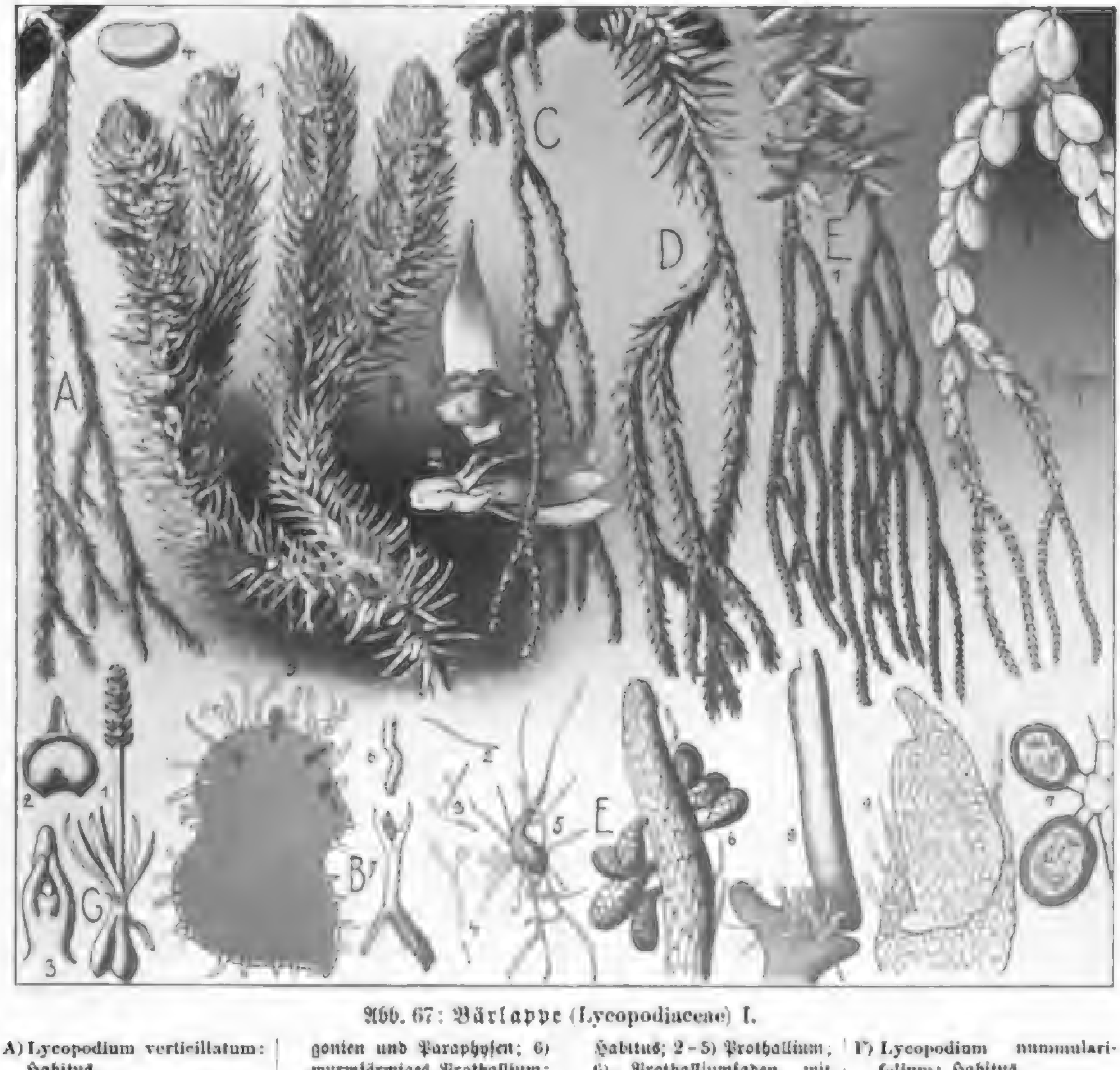


Abb. 67: Bärlappe (Lycopodiaceae) I.

A) Lycopodium verticillatum: Habitus. B) Lycopodium selago: 1) Habitus; 2), 3) Adventivknospen; 4) Sporangium; 5) Prothallium mit Antheridien, Archegonien und Paraphysen; 6) wurmförmiges Prothallium; 7) junger Keimling. C) Lycopodium fontinalioïdes. D) Lycopodium carinatum. E) Lycopodium phlegmaria: 1) Habitus; 2–5) Prothallium; 6) Prothalliumfaden mit Brutknospen; 7) Dauerbrutknospen; 8) Prothallium mit Archegonien und Paraphysen; 9) junger Keimling. F) Lycopodium nummularifolium: Habitus. G) Phylloglossum Drummondii: 1) Habitus; 2) Sporophyll; 3) erste Blätter mit jungem Sporophyll.

bilden. Zu Selago gehören sowohl terrestrische als auch epiphytische Arten, unter ersteren eine deutsche Art, der an feuchten, waldigen und felsigen Orten nicht seltene Tannen-Bärlapp oder Semust, L. selago (Abb. 67, B), ein fast über die ganze Erde, auch in den Tropen in Hochgebirgen häufiges, im Norden und im Gebirge bis fast zur Grenze des Pflanzenwuchses reichendes Gewächs mit vielen Abarten, ferner der in ähnlicher Weise über Südamerika und Afrika verbreitete gedrungene Echsenschwanz-Bärlapp, L. saururus, von epiphytischen Formen der fast in der ganzen Tropenzone vorkommende quirlblätterige Bärlapp, L. verticillatum (Abb. 67, A), mit haarförmigen, sowie der brasilianische quellmoosartige Bärlapp, L. fontinalioïdes (Abb. 67, C), mit schuppigen, oft rötlichen Blättern. Im Monsungebiet ist der gleichfalls epiphytische Formenkreis des gekielten Bärlapps, L. carinatum (Abb. 67, D), sehr verbreitet,

dessen fertile Blätter kleiner sind als die sterilen. Für die epiphytische, hauptsächlich die Tropen der Alten Welt bewohnende Sektion Phlegmaria ist der in den gesamten Tropen der Alten Welt häufige **Brand-Bärlapp**, L. phlegmaria (Abb. 67, E), typisch, ebenso der durch seine breiten Blätter bemerkenswerte, im Monsungebiet wachsende **münzenblätterige Bärlapp**, L. nummularifolium (Abb. 67, F).



Abb. 68: **Bärlappe** (Lycopodiaceae) II.

A) Lycopodium inundatum: Habitus. B) Lycopodium carolinianum. C) Lycopodium cernuum: 1) Habitus; 2) Sporophyll; 3) keimende Spore; 4) junges Prothallium mit Antheridium; 5) ausgewachsenes Prothallium; 6) Antheridien, Durchschnitt; 7) Archegonium, Durchschnitt; 8) junger Embryo, Protokorm; 9) älterer Embryo, Protokorm mit Protophyllum, Wurzel und Vermehrungsprotokorm. D) Lycopodium volubile. E) Lycopodium annotinum. F) Lycopodium clavatum: 1) Habitus; 2) Sporophyll; 3) Sporen; 4) fertiler Teil des Prothalliums mit Antheridien und Archegonien; 5) Spermatozoiden; 6) Prothallium mit Embryo; 7) Prothallium, schwach vergr.; 8) Keimpflanze. G) Lycopodium alpinum. H) Lycopodium complanatum: 1) Habitus; 2) Keimpflanze, am rübenförmigen Prothallium sitzend; 3) Prothallium; 4) Teil des Prothalliums mit Archegonien und jungen Keimlingen.

Die Untergattung Rhopalostachya zeigt die gabelige Verzweigung nur an den Endsprossen, z. B. stehen die Sporophyllähren oft gabelig, während außerdem meist eine häufig kriechende Hauptachse auftritt, von der die Seitensprosse monopodial abgehen. Die Wurzeln sind bei den kriechenden Stämmchen gewöhnlich regellos verteilt, die Sporophyllstände gewöhnlich deutlich abgesetzt und häufig keulenförmig verdickt, die Sexualorgane tragen keine Paraphysen, die Sporen sind netzartig gezeichnet oder stachelig. Von den drei Sektionen ist Inundata durch kriechende, wenig verzweigte Stämmchen und nur wenig breitere Sporophyllstände charakterisiert. Zu dieser Gruppe gehört der zierliche, wenig verzweigte, weiche und grüne, linealisch

pfriemliche Blätter tragende Sumpf-Bärlapp, L. inundatum (Abb. 68, A, und Taf. 14, a), der in Europa und im atlantischen Nordamerika in Torfsümpfen und auf feuchten Sandgegenden wächst, sowie der wasserliebende, durch ganz Amerika verbreitete Fuchsschwanz-Bärlapp, L. alopecuroides. Eine noch weitere Verbreitung hat der Karolina-Bärlapp, L. carolinianum (Abb. 68, B), der über die gesamten Tropen und Subtropen auf feuchten Böden zerstreut ist und mehr angedrückte, am aufrechten Stengel etwas weitläufig stehende, am kriechenden Stengel zweigestaltige Blätter trägt. — Die zweite, hauptsächlich in Südostasien und Polynesien vorkommende Sektion Cernua ist durch meist aufrechte, stark verzweigte und häufig fast strauchige Formen mit deutlich vom Stengel abgesetzten, oft bleichen oder bräunlichen Sporophyllständen sowie in der Regel breiteren und kürzeren Sporophyllen gekennzeichnet. Am weitesten verbreitet ist der nickende Bärlapp, L. cernuum (Abb. 68, C), der nicht nur die gesamten Tropen bewohnt, sondern auch noch in Japan, Neuseeland, Kapland sowie auf St. Paul und den Azoren vorkommt und kurzgedrungene Sporophyllstände hat. Auch einzelne Kletterformen gehören zu dieser Sektion, so der in Südostasien, Neuseeland und Australien wachsende schlingende Bärlapp, L. volubile (Abb. 68, D), mit langen dünnen Sporophyllständen und scheinbar zweizeilig stehenden Blättern, indem nämlich die Rückenblätter ganz klein und dem Stengel angepreßt sind. — Die dritte Sektion, Clavata, ist durch weithin kriechende, oft baumartig verzweigte Hauptachsen und von den sterilen Zweigen sehr verschiedene Sporophyllstände kenntlich. Zu ihr gehören nicht weniger als vier von den sechs deutschen Arten, vor allem der keulenförmige Bärlapp, L. clavatum (Abb. 68, F), unsre gemeinste Art, die auf Heiden und in lichten Wäldern in vielen Varietäten über die gemäßigten Zonen der Erde verbreitet ist und auch die Hochgebirge der Tropen bewohnt. Diese Art ist durch ihre sparrigen, in lange feine Borstenhaare endenden Blätter sowie durch die meist zu zweien beisammenstehenden gestielten Ähren charakterisiert. Die Bärlappsamen der Apotheken, die zum Bestreuen von Pillen Verwendung finden, sind die Sporen dieser Art. Als Schlangenmoos bildet sie jetzt oft eine nicht verwelkende Zierde der Zimmer und eignet sich namentlich für die Belebung dunklerer Ecken. Der flache Bärlapp, L. complanatum (Abb. 68, H), wächst in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone auf sandigen Heiden und ist besonders in mittelhohen Gebirgen häufig; er dringt auch in die Tropen ein, bleibt aber dort auf die Gebirge beschränkt. Diese Art hat wie L. clavatum gabelig stehende gestielte Sporophyllstände, jedoch ist der Stengel ganz anders gebaut, nämlich meist flach, mit fächerförmig ausgebreiteten Zweigen und vierreihig an diesen sitzenden schuppenförmigen Blättern, von denen die äußeren lanzettlich, die inneren, kleineren pfriemlich sind. Die anderen beiden deutschen Arten dieser Sektion haben einzelnstehende ungestielte Sporophyllstände, nämlich der sprossende Bärlapp, L. annotinum (Abb. 68, E), eine in schattigen Wäldern der nördlichen gemäßigten Zone auf dem Erdboden kriechende Pflanze mit scharfgesägten, sparrig abstehenden, meist zu fünf Reihen angeordneten Blättern, und der Alpen-Bärlapp, L. alpinum (Abb. 68, G, und Taf. 14, b), ein kleines, in den arktischen Gebieten sowie in den Gebirgen der nördlichen Halbkugel weit hinkriechendes Gewächs mit aufrechten büschelig-gabeligen dünnen Ästen und vierreihig stehenden schuppig angedrückten Blättern.

Die Familie der **Psilotaceae** oder **Spaltblatt-Bärlappe** ist eine kleine, von zwei Gattungen gebildete Familie, deren geschlechtliche Generation noch nicht bekannt ist, da es ebenso wie bei vielen Lykopodien noch nicht gelungen ist, die Sporen zum Keimen zu bringen, vielleicht weil es an den Pilzen fehlt, die mit den Prothallien in Symbiose leben und ihre Nahrungsaufnahme vermitteln. Die ungeschlechtliche, aus dem Embryo hervorgehende Generation, die sogenannten Sporophyten, sind epiphytische oder auf humosem Boden wachsende Kräuter mit gabelig verzweigten, kantigen oder rinnigen, mit einer ziemlich deutlichen Scheitelzelle wachsenden Stengeln (Abb. 69, A 3, 5, B 2), deren zentral angeordnete Leitbündel von einer dicken Rindenschicht umgeben sind. Echte Wurzeln fehlen dieser Familie im Gegensatz zu den Lykopodiazeen vollständig. Die kriechenden, häufig gegabelten Wurzelstöcke sind von Wurzelhaaren bedeckt und üben auf diese Weise die Funktion von Wurzeln aus (Abb. 69, A 2). Bei Psilotum triquetrum finden sich an den Wurzelstöcken, oft in großer Anzahl, eiförmige Brutknospen (Abb. 69, A 8), die sich ablösen und dann durch Sprossung einzelner Randzellen knollige Gebilde (Abb. 69, A 9) oder sogar Tochterbrutknospen hervorbringen, bis schließlich wieder gabelige Keimlinge entstehen (Abb. 69, A 10),



a) Sumpf-Bärlapp (Lycopodium inundatum). Nach O. E. F. Schulz, „Natur-Urkunden" (Berlin, P. Parey).



b) Alpen-Bärlapp (Lycopodium alpinum). Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.

deren Wurzelhaare abermals Brutknospen hervorzubringen vermögen. An den Zweigen sind Adventivsprosse nicht bekannt. Die zweiteiligen Blätter sind bei Psilotum, dem **Schuppen-Spaltblatt**, sehr klein und schuppenartig, wodurch die Zweige einen rutenartigen Charakter erhalten (Abb. 69, A 1, 3, 5), während sie bei Tmesipteris, dem **Zungen-Spaltblatt**, zungenförmig sind und senkrecht, d. h. parallel der Richtung der Sproßachsen, stehen.



Abb. 69: **Spaltblatt-Bärlappe** (Psilotaceae).

A) Psilotum triquetrum: 1) Fertiler Sproß; 2) basaler Teil des Sprosses; 3) Teil des Sprosses mit Sporangien; 4) Sporangium, aufgesprungen; 5) P. flaccidum, Teil des Sprosses mit Sporangien; 6) Archespor, im Längsschnitt; 7) Sporen; 8) Brutknospe; 9) aus der Brutknospe entstandene Knolle; 10) Keimling; 3–10) vergrößert. B) Tmesipteris tannensis: 1) Habitus; 2) Durchschnitt durch den Stengel; 3) Sporangien; 4) Sporen.

Die Sporangien stehen einzeln, und zwar in der Achsel des bis zur Basis geteilten Blättchens oder, besser gesagt, auf der Oberseite des sehr kurzen Blattstielchens. Jedes Sporangium entwickelt zwei bis drei, nur undeutlich von Tapetenzellen umgebene Archespore, d. h. sporenbildende Gewebe, deren Zellen aber nur teilweise Sporen erzeugen (Abb. 69, A 6), während die sterilen Zellen und häufig auch die Scheidewände zwischen den ursprünglichen Archesporen später resorbiert werden. Trotz mancher anderer Deutungen scheint das

Sporangium nebst Tragblatt einem einfachen Sporophyll, nicht einem Sporophyllstand zu entsprechen. Die mehrschichtigen Wände der Sporangien platzen in Rissen zwei- oder dreiklappig auf (Abb. 69, A 4, B 3) und entlassen die bohnen- oder länglich-nierenförmigen, mit einer Verdickungsleiste versehenen gelblich gefärbten Sporen (Abb. 69, A 7, B 4).

Die beiden jetzt existierenden Gattungen sind wohl nur Relittformen früher weit verbreiteter Pflanzengruppen, obgleich die bisher als fossile Psilotazeen gedeuteten Reste mit wenigen Ausnahmen nur mit großer Reserve hierher gestellt werden dürfen, denn es sind meist Pflänzchen mit gegabelten Zweigen oder Blättern ohne charakteristische andere Merkmale.

Von den jetzt lebenden Gattungen ist Tmesipteris, das Zungen-Spaltblatt (Abb. 69, B), auf Australien, Neuseeland, Neukaledonien und andere polynesische Inseln beschränkt, kommt aber auch auf der Philippineninsel Mindanao vor. Es sind großenteils hängende Epiphyten, häufig an Baumfarnen, zum Teil aber kräftige aufrechte Formen. Die Zweige sind dicht beblättert, die Sporangien zweifächerig. Ob es richtig ist, alle diese Formen unter die eine Art T. tannensis zu stellen, muß die Zukunft lehren. Viel weiter verbreitet ist Psilotum, das Schuppen-Spaltblatt, dessen eine Art, das häufig in Gewächshäusern kultivierte, durch dreikantige Zweige gekennzeichnete dreikantige Schuppen-Spaltblatt, P. triquetrum (Abb. 69, A), in den Tropen und den Subtropen beider Erdhälften vorkommt und auf humosem Boden bis 50 cm hohe Büsche bildet. Die andere Art, P. flaccidum, das schlaffe Schuppen-Spaltblatt (Abb. 69, A 5), ist ein fast ebenso weit verbreiteter, aber ebenfalls auf die echten Tropen beschränkter Epiphyt mit kriechenden, rundlichen und hängenden bandförmig flachen Sprossen.

Reihe 2:

Lycopodiales heterosporae oder Verschiedensporige Bärlappgewächse.

Die Familie der **Selaginellaceae** oder **Schuppenblatt-Bärlappe** ist vor allem dadurch gekennzeichnet, daß sich an der Innenseite der Blattbasis ein kleiner, zungenförmiger Fortsatz (ligula) befindet. Die zu ihr gehörenden Arten sind kleine, den Lykopodiazeen ähnliche, im allgemeinen dicht von Schuppenblättern bekleidete, vielfach verzweigte, krautige, aufrechte oder mit Hilfe von Wurzelstöcken kriechende Gewächse, deren Stämme und Zweigachsen teils mit, teils ohne Scheitelzelle wachsen und sich in gewöhnlicher (monopodialer) Weise oder dichotomisch verzweigen. Sie bestehen aus einem axilen, marklosen, meist abgeplatteten oder auch aus mehreren, ein Markgewebe umgebenden Leitbündeln, die verschiedene Arten von Tracheiden sowie Siebröhren führen, ferner aus einer dicken Rinde. Diese setzt sich aus mehreren Schichten zusammen, nämlich aus dem Perizykel, der Hüllschicht des Leitbündels, aus dem nur bei aufrechten Achsen vorhandenen Lakunar- oder Trabekulargewebe, das sich durch große, von Zellbrücken überspannte Luftlücken auszeichnet, aus dem eigentlichen Rindengewebe sowie aus einem zur Versteifung dienenden, aus verdickten Zellen bestehenden Zylinder, der wiederum von der spaltöffnungsfreien Epidermis bedeckt ist.

Die echten, im Inneren der Achse angelegten Wurzeln entspringen bei den aufrechten Formen am Grunde des Stammes, während bei den kriechenden Formen eine reichliche Adventivwurzelbildung hinzukommt. Diese Adventivwurzeln entstehen aber in der Regel nicht am Stamme oder an den Zweigen selbst, sondern an eigenartigen, wurzelähnlichen, an den Verzweigungsstellen des Stengels entspringenden Wurzelträgern. Diese der Wurzelhaube entbehrenden und stengelähnlich gebauten Gebilde sind vermöge ihres Steifungszylinders vor allem Stützorgane der kriechenden Hauptachsen, während die aus diesen hervorgehenden, gleichfalls meist mit Scheitelzellen wachsenden Wurzeln, die keinen solchen Steifungszylinder haben, ausschließlich der Nahrungsaufnahme dienen.

Die einaderigen Blätter sind gewöhnlich klein und zahlreich, ganzrandig, gezähnt oder gewimpert, häufig geöhrt, aber ungeteilt. Meist sind sie kahl, doch kommen auch einzellige, mehrzellige oder sternförmig gebaute Haare vor. Ihre Form ist sehr verschiedenartig, fast



Abb. 70: Schuppenblatt-Bärlappe (Selaginellaceae).

A) Selaginella lepidophylla: 1) Habitus, angefeuchtet; 2) derselbe trocken; 3) Sporophyllstand; 4) Makrosporophyll; 5), 6) Makrosporen; 7) Mikrosporophyll; 8) Mutterzellhülle mit Mikrosporen; 9) dieselbe im Durchschnitt; 10), 11) Mikrosporen.
B) Sporophyllstände einer Selaginella.
C) Selaginella selaginoides: 1) Habitus; 2) Makrosporophyll; 3) Makrosporangium; 4) Makrospore; 5) Mikrosporophyll; 6–8) Mikrosporen; 9) weibliches Prothallium, die Sporenschale sprengend, mit Archegonien und Rhizoiden; 10) Archegonium; 11) Prothallium mit Embryo, im Längsschnitt, vergrößert; 12) Keimpflanze, vergr.; 13) junge Pflanze; 14) Stammgrund einer älteren Pflanze, vergrößert.
D) Selaginella Kraussiana: 1) Mikrospore; 2), 3) Prothalliumbildung der Mikrospore; 4) Antheridium im Prothallium der Spore.
D) Selaginella cuspidata: 5–8) Spermatozoiden.
E) Selaginella Martensii: Keimling mit Embryoträger, mit dem Fuß noch im Prothallium der Makrospore sitzend.

rand, eiförmig, elliptisch, lanzettförmig bis pfriemlich; sie sind an aufrechten Sprossen meist schraubig oder kreuzgegenständig angeordnet, an liegenden Sprossen gewöhnlich in vier Reihen, von denen die zwei seitlichen aus größeren Blättern bestehen als die zwei anliegenden oberen Reihen (Abb. 71, 3); auf diese Weise kommt eine Art Blattmosaik zustande, die für die Auffangung der wenigen Lichtstrahlen, welche in das Waldesdunkel eindringen, von Wichtigkeit ist. Ihre Farbe ist meist schön grün, doch haben die an lichten Stellen

wachsenden Arten häufig ein bräunlich gefärbtes Laub, während im Waldesschatten auch eine schön metallische oder irisierende Färbung nicht selten ist; daneben gibt es Arten mit hyalin- oder weißgerandeten Blättern.

Die **Sporophylle** bilden am Ende der Verzweigungen ähnlich den meisten Lykopodien ährenförmige Sporophyllstände, und zwar sind die Sporangien tragenden Blätter von den gewöhnlichen häufig durch die Form verschieden, nur selten länger (Abb. 70, C 1), gewöhnlich kürzer (Abb. 70, B). Bei manchen Arten bleiben die untersten Sporophylle steril und stellen, analog den Blüten höherer Pflanzen, eine Art Hüllkelch um das dann meist nur in Einzahl vorhandene Makrosporophyll dar. Die Makro- und Mikrosporangien befinden sich gewöhnlich in den gleichen Sporophyllständen, erstere sind aber meist auf deren untere Teile beschränkt. Sie sitzen einzeln in der Achsel des Sporophylles selbst, selten etwas oberhalb derselben an der Achse, und gehen aus einem Zellkomplex hervor; meist sind sie von nierenförmiger Gestalt und springen zweiklappig auf (Abb. 70, A 7, C 5). Die Makrosporangien enthalten gewöhnlich nur vier und auch häufig nicht sämtlich zur Reife gelangende Sporen (Abb. 70, A 4, C 3), die Mikrosporen sind zahlreich, oft gelb oder mennigrot gefärbt; beide sind von kugel- oder linsentetraëdrischer Form und von mehreren Häuten umgeben, in verschiedener Weise getüpfelt oder mit Leisten, Warzen bzw. Stacheln bedeckt sowie am Scheitel mit drei kurzen, dort zusammenlaufenden Leisten versehen (Abb. 70, A 5—11, C 3—8).

Sehr charakteristisch für die Familie ist die starke Reduktion der Prothallien in beiden Geschlechtern. Die männlichen Prothallien bleiben ganz in den Sporen eingeschlossen und bestehen aus einer oder zwei Prothalliumzellen und einem oder zwei Antheridien mit zahlreichen Spermatozoidmutterzellen (Abb. 70, D 1—4); jede von ihnen bringt ein etwas spiraliges, mit zwei Zilien versehenes Spermatozoid hervor (Abb. 70, D 5—8). Die weiblichen Prothallien bleiben gleichfalls von der Spore umhüllt und sprengen sie nur ein wenig mittels dreier als Sprengkörper dienender Höcker, die häufig aus ihren Epidermiszellen Wurzelhaare entwickeln (Abb. 70, C 9, 11). Die wenig zahlreichen, zwischen den Sprenghöckern sitzenden Archegonien ragen schwach hervor, indem ihr Hals nur aus wenigen Etagen besteht (Abb. 70, C 9, 10). Als Lockmittel für die Spermatozoiden scheint wie bei den Farnen Apfelsäure zu dienen. Die befruchtete Eizelle bildet durch Teilung den aus einem kleinen Embryoträger, einem etwas angeschwollenen, als Saugorgan dienenden Fuß und dem eigentlichen Embryo sich zusammensetzenden Keimling (Abb. 70, C 11), der schon frühzeitig primäre Wurzeln und zwei von den späteren Blättern recht verschiedene Keimblätter (Kotyledonen) hervorbringt (Abb. 70, C 12—14).

Neben dieser geschlechtlichen Fortpflanzung sind in der Familie auch **ungeschlechtliche Vermehrungsarten** häufig. Viele kriechende Arten sterben an der Basis ab und wachsen an der Spitze stets weiter, indem sie gleichzeitig neue Wurzelträger und Wurzeln erzeugen. Aber auch unmittelbare Abtrennungen von Sprossen durch Winde, Tiere usw. geben oftmals zur Vermehrung Veranlassung; manche Arten haben sogar zum Abbrechen besonders prädestinierte Gelenkbildungen unterhalb der Gabelungen der Hauptachsen. Auch zufällig den Boden berührende Zweige aufrechter Arten bewurzeln sich leicht und werden zu neuen Individuen; häufig sind ferner Ausläufer, namentlich bei den am Grunde kriechenden, schließlich sich aber erhebenden Arten; diese Stolonen erheben sich dann ihrerseits wieder und erzeugen an der Basis neue Ausläufer. Daß Sproßachsen, ja sogar Wurzelträger an der Erde wieder zu Wurzelstöcken werden und so neue Individuen hervorbringen können, ist gleichfalls keine seltene Erscheinung und auch nichts Wunderbares, wenn man bedenkt, daß sogar die Sporophyllstände an ihrem Scheitel nicht selten zu gewöhnlichen

Laubtrieben auswachsen. Bezeichnet man letzteres als **Durchwachsung**, so ist ersteres eine Art **Prolifikation**. Selbst zwiebelartige Vermehrungsorgane fehlen der Familie nicht ganz, bei Selaginella bulbillifera treten sie sogar regelmäßig auf, und zwar nicht nur an vegetativen Achsen, sondern auch an den Sporophyllständen: es sind kleine, von etwas fleischigen, nährstoffreichen Blättern umhüllte Vermehrungsorgane.

Da diese Familie sehr zartes Laub hat, ist sie im fossilen Zustande nur schwer von den Lykopodiazeen zu unterscheiden, doch glaubt man, sie in heterosporen Resten schon in der mittleren Kohlenperiode haben konstatieren zu können. Sie steht jedenfalls den in jenen Perioden herrschenden Lepidodendrazeen und Sigillariazeen ziemlich nahe. Während diese aber bald völlig vom Erdboden verschwunden sind, haben sich die Selaginellazeen glänzend erhalten und finden sich auf der ganzen Erde in weit über 500 Arten, die freilich sämtlich nur der einen Gattung Selaginella angehören. Ihre Hauptanpassung liegt offenbar in der Bedürfnislosigkeit gegen Licht; im Schatten des Urwaldes, wo kaum andere chlorophyllführende Pflanzen zu wachsen vermögen, gedeihen die Selaginellen noch ausgezeichnet, und aus dem gleichen Grunde wählt man diese Pflanzen zur Erdbedeckung in dunklen Gewächshäusern, an Stelle des dort meist versagenden Grasrasens. Manche Arten streben aber wenigstens dem Lichte zu, und wenn sie es auch nicht wie die Farne zu Lianen gebracht haben, so gibt es doch Spreizklimmer unter den Selaginellen. Auch zu viel Feuchtigkeit schadet diesen sogenannten umbrophilen Arten nichts, so daß sie selbst bei übermäßigem Begießen nicht faulen. Für viele Arten scheint das fließende Wasser das Hauptverbreitungsmittel der Sporen zu sein, da im Schatten des Urwaldes der Luftzug fehlt und die beflügelte Tierwelt sich mehr oben bei den Blüten der Baumgipfel aufhält; freilich kommen daneben Schnecken, Regenwürmer, eventuell auch Waldblutegel sowie kleine Fliegen für die Verbreitung in Betracht. Daß die meisten Arten dieser Familie ein sehr begrenztes Areal bewohnen, beruht wohl auf der Heterosporie, da es ein seltener Zufall sein wird, daß Makro- und Mikrosporen gleichzeitig auf weite Strecken hin an den gleichen Ort verschleppt werden. Wie für die meisten Urwaldbewohner sind das tropische Südamerika und Indonesien für die Selaginellen die größten Zentren, gegen die das tropische Afrika stark zurücktritt. Die trockenen Gebiete der Tropen enthalten nur wenige, die Wüsten gar keine Arten. Die gemäßigten Zonen sind arm an Selaginellen, merkwürdigerweise auch ein so feuchtes Gebiet wie Neuseeland, wo nicht eine einzige Art der Familie vorkommt; es liegt dies wohl daran, daß nur die Gruppen mit Anpassungen an Trockenheit auch in kühlere Gebiete einzudringen vermögen, und solche haben

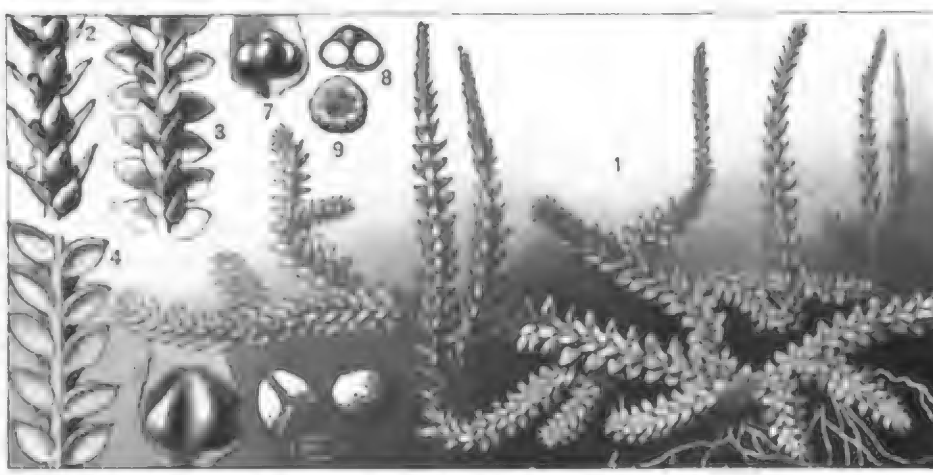


Abb. 71: Schweizer Schuppenblatt (Selaginella helvetica).

1) Habitus; 2) Sporophyllstand mit kreuzgegenständigen Blättern; 3) kriechende sterile Sproßteile, von oben, mit den zwei Reihen kleiner Oberblätter; 4) von unten, mit den größeren Seitenblättern; 5) Mikrosporangien; 6) Mikrosporen; 7) Makrosporangium; 8) dasselbe im Durchschnitt; 9) Makrospore.

sich besonders in Südafrika (Gruppe der S. pumila und rupestris), in Mexiko und den westlichen Vereinigten Staaten (Gruppe der S. rupestris) sowie in Zentralasien (Gruppe der S. mongholica und borealis) ausgebildet, in geringerem Maße in Australien (Gruppe der S. uliginosa), wo S. Preissiana sogar noch in Tasmania vorkommt.

In Europa wachsen nur vier Arten, zwei ausschließlich im Süden, in Deutschland die wimperzähnige Selaginelle, S. selaginoides oder spinosa (Abb. 70, C), und die Schweizer Selaginelle, S. helvetica (Abb. 71), beides alpine Arten, erstere auch in Nordeuropa, in Lappland, Sibirien und Grönland sowie im Kaukasus und in den Pyrenäen verbreitet, in Baden auch auf dem Feldberg, in Bayern bei München in den Isar-Auen, bei Augsburg auf dem Lechfeld zu finden, letztere im Norden fehlend, aber von den Pyrenäen über die Alpen bis zum Kaukasus sowie in Persien, Nordchina und Japan verbreitet, auch im Fichtelgebirge und an einzelnen Stellen in Schlesien vorkommend. Die beiden Arten repräsentieren gleichzeitig die zwei Untergattungen, S. selaginoides die Untergattung Homoeophyllum mit gleichartigen, radiär angeordneten Blättern, S. helvetica die Untergattung Heterophyllum mit verschiedengestalteten Blättern und zweiseitig entwickelten Sprossen.

Bemerkenswert ist noch eine Gruppe mit rosettenartig angeordneten, wedelförmigen Sproßsystemen, deren Hauptvertreter, die in Mexiko, Texas und Kalifornien häufige Auferstehungspflanze, S. lepidophylla (Abb. 70, A 1), sich beim Eintrocknen zusammenrollt (Abb. 70, A 2) und daher als Hygrometer benutzt werden kann. Der Vorgang beruht darauf, daß die stärker verdickten Zellen der Stengelrinde der Ober- bzw. Innenseite der Sprosse mehr Wasser aufnehmen und abgeben als diejenigen der entgegengesetzten Seite. Es ist also der gleiche Vorgang wie bei der Rose von Jericho, der auch, wie dort, mit dem Tode der Pflanze keineswegs aufhört. In Mexiko bleibt die eingerollte Pflanze jahrelang am Leben, bis sie von einem kräftigen Regen aus ihrem Dornröschenschlaf erlöst wird. Eine nahe Verwandte, S. Emmeliana, ist eine schöne, dekorative, aus Ekuador oder Mexiko stammende Pflanze der Gewächshäuser, die durch gemeinsames Emporwachsen der Verzweigungen des Wurzelstockes eine Art Scheinstamm bildet.

Auch sonst sind viele Arten in Deutschland in Kultur, so die metallisch schimmernden, als S. caesia bekannten Formen der südchinesischen S. uncinata und der südasiatischen S. Willdenowii, die bis 1 m hohe Sprosse entwickelnde süd- und ostasiatische S. caulescens, ferner die südasiatischen S. Griffithii, Mettenii und semicordata, fälschlich S. inaequalifolia genannt, und die wahrscheinlich aus der Südsee stammende S. gracilis. Aus Amerika stammen die südamerikanischen Arten S. umbrosa, haematodes, viticulosa und die schon erwähnte S. bulbillifera, die westindische S. sarmentosa, die mexikanische S. stenophylla und Martensii, letztere auch mit weißen oder panachierten Seitenblättern, die nordamerikanisch-andine, langgewimperte S. delicatissima, die in den Südstaaten Nordamerikas heimische S. Ludoviciana sowie die auch in den nördlichen Vereinigten Staaten wachsenden S. apus und albidula. Aus Afrika sind in Kultur genommen worden die westafrikanische kletternde S. scandens, die schöne, $^1/_2$ m hohe S. Lyallii aus Madagaskar sowie die südafrikanischen S. Kraussiana und rubella, erstere mit grünem, letztere mit rötlichem Stengel. Auch manche Arten der gemäßigten Zone werden kultiviert, so unsere S. helvetica als winterhartes Felsenmoos, ferner die nordamerikanisch-kanadische, gleichfalls Frost vertragende S. rupestris und die südeuropäische S. denticulata. Da sich die Selaginellen leicht vermehren lassen und das Gewächshausklima gut vertragen, manche Arten sich auch als Zimmerpflanzen bewähren, so werden gewiß noch viele andere schöne Arten dieses graziösen Pflanzengeschlechtes in Kultur genommen werden.

Die Familien der **Lepidodendraceae** oder **Schuppenbäume** sowie der **Sigillariaceae** oder **Siegelbäume**, auch als Ordnung unter dem Namen Lepidophytineae zusammengefaßt, sind nur fossil, und zwar aus der paläolithischen Epoche, bekannt (Taf. 13, G—K). Sie stehen den Selaginellazeen nahe, unterscheiden sich aber durch ihren baumförmigen Wuchs und das Dickenwachstum der Stämme von ihnen doch sehr wesentlich. Trotz des Dickenwachstums, das sie den Isoëtazeen nähert, schließen sie sich dennoch am besten den Selaginellazeen an, deren gegenwärtig lebende Zwerggestalten demnach ebenso als ihre nächsten Verwandten anzusehen sind wie die lebenden Schachtelhalme als die der riesigen Rohrhalme der Vorzeit.

Ihre Stammoberfläche ist mit regelmäßig angeordneten, bei den Sigillariazeen sechseckigen oder länglichen, bei den Lepidodendrazeen meist rhombischen Blattpolstern oder

Blattnarben (Abb. 72) bedeckt, und zwar stehen diese bei den Lepidodendrazeen spiralig (Taf. 13, G), bei den Sigillariazeen, bei denen meist nur Narben, keine Blattpolster vorkommen, in geraden Reihen übereinander (Taf. 13, H—K). Die Schuppenbäume haben gabelig verzweigte Stämme mit einem zentralen Leitbündel gewöhnlich ohne, selten mit einem kleinen Markstrang, die Siegelbäume sind unverzweigt oder doch nur spärlich gegabelt und haben einen deutlichen Markkörper. In beiden Familien findet sich sekundäres Dickenwachstum des Leitbündelringes, bei den Lepidodendrazeen außerdem oder anstatt dessen auch Dickenwachstum durch Neubildung in der Rinde. Die einaderigen, abfallenden Blätter sind meist schmal und spitz, bei den Lepidodendrazeen erreichen sie aber zuweilen eine Länge von 15 cm. Eine Ligula war, nach den Spuren der Blattpolster zu schließen, gewöhnlich vorhanden.

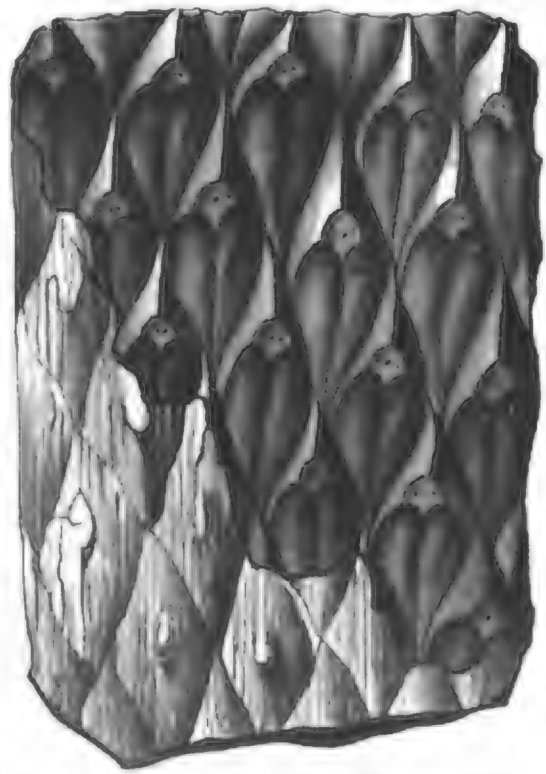


Abb. 72: Lepidodendron Sternbergi (Stammstück).

Die Sporophyllstände sind groß und zapfenförmig, bei den Lepidodendrazeen gewöhnlich heterospor; unten sitzen die Makrosporophylle, darüber die Mikrosporophylle, und zwar befindet sich stets je ein Sporangium am Grunde auf der Oberseite jedes Sporophylles. Die Zapfen sind entweder endständig oder — und zwar bei den Siegelbaumgewächsen wohl stets — stammbürtig.

Sehr merkwürdig sind die unterirdischen Teile der Stämme bei beiden Familien, die sogenannten Stigmarien (Taf. 13, G): es sind lange, strahlig von der Stammbasis ausgehende, gabelig verzweigte Wurzelstöcke, die oft 6—9 m Länge erreichen und häufig mit strahlig stehenden Anhängseln (Appendices) bedeckt sind. Offenbar dienten die Stigmarien dazu, die Stämme im Schlamme zu befestigen, ob aber die Appendizes Wurzelfunktion hatten, der Assimilation dienten, oder ob es Atmungsorgane waren, wie ähnliche Auswüchse bei jetzt lebenden, Sümpfe bewohnenden Bäumen, Mangroven, Taxodien usw., muß dahingestellt bleiben.

Zweifellos haben diese Familien seinerzeit eine große Rolle gespielt, und wir verdanken neben den Rohrhalmen gewiß ihnen einen großen Teil der Steinkohlen aus der Kohlenperiode; ihre Blütezeit ging aber auch schon mit Schluß der Kohlenzeit dem Ende entgegen, bereits im untersten Rotliegenden verschwinden sie. Die Lepidodendrazeen treten schon im unteren Devon auf, die Sigillariazeen erst im Kulm.

Die Familie der **Isoëtaceae** oder **Brachsenkräuter** besteht nur aus der einen Gattung Isoëtes, die trotz der vielen Beziehungen zu den Selaginellazeen doch eine ziemlich isolierte Stellung einnimmt. Der deutlich vorhandene, zungenförmige Anhang der Blattbasis, die Heterosporie sowie die starke Reduktion der Prothallien sichert aber ihre Einordnung bei den Lycopodiales heterosporae, wo ja auch das sekundäre Dickenwachstum schon bei den Schuppen- und Siegelbaumgewächsen vertreten ist.

Es sind ausdauernde, mit wenigen Ausnahmen im Wasser lebende krautige Gewächse mit knolligem, zwei- bis dreilappigem, größtenteils oder ganz unterirdisch wachsendem, selten

verzweigtem, wohl gewöhnlich keine deutliche Scheitelzelle entwickelndem Stamm, an dem die Wurzeln aus den zwei bis drei Furchen hervortreten. Er wird von einem Siebröhren und Tracheiden enthaltenden Leitbündel durchzogen, von dem aus nach den rosettenförmig sitzenden Blättern hin Blattspurstränge ausgehen; auch Dickenwachstum findet statt, und zwar vermittels eines ringförmigen Teilungsgewebes oder Kambiums, das sich außerhalb des Siebröhrenteiles des Leitbündels befindet und nach innen ähnliches Leitungsgewebe erzeugt, während es nach außen zu das Speichergewebe der Rinde verstärkt; Isoëtes hystrix hat sogar zwei konzentrische Kambiumringe, die sich aber schwer mit den Verdickungsringen der höheren Pflanzen identifizieren lassen.

Die Blätter sind pfriemlich und werden im Inneren von vier, ab und zu durch Scheidewände (Diaphragmen) unterbrochenen Luftröhren durchzogen, die bei den terrestrischen Formen natürlich weniger stark ausgebildet sind (Abb. 73, 2); zwischen den vier Hohlräumen läuft ein Gefäßbündel (Abb. 73, 21), das wie bei den meisten Wasserpflanzen nur schwach entwickelt ist, ohne Siebröhren, mit wenigen Tracheiden und einigen dickwandigen, bei den erdbewohnenden Arten Fasercharakter annehmenden Zellen, dagegen mit eigenartigen, spaltenförmigen Lücken zwischen den Zellen. Spaltöffnungen sind meist vorhanden, selbst bei den dauernd untergetauchten Arten; den in Deutschland vorkommenden Arten fehlen sie aber. Zu Beginn des Jahres werden Makrosporophylle, dann Mikrosporophylle und zuletzt sterile Blätter angelegt; letztere stehen also innen in der Rosette, erstere außen.

Das Sporangium ist in die fleischige Basis der Blätter auf der Innenseite eingesenkt und bildet also eine Art Sack, der in einer tiefen Grube des Blattgewebes liegt; häufig wird dieser Sack teilweise bedeckt durch eine dünne, vom Rande der Grube herüberwachsende Haut, das sogenannte I n d u s i u m (Abb. 73, 14) oder S e g e l (velum). Oberhalb des Sporangiums springt meist ein zahnförmiger Höcker hervor, die sogenannte L i p p e, die oben begrenzt wird durch eine Grube, in der die zungenförmige Ligula auf wulstigem Fuße sitzt. Die Sporangien selbst sind von balkenartigen Strängen sterilen Gewebes durchzogen (Abb. 73, 5, 15); zwischen ihnen befinden sich die je vier Sporen erzeugenden Sporenmutterzellen, zahlreiche in den Mikrosporangien (Abb. 73, 4), verhältnismäßig wenige, aber größere in den Makrosporangien (Abb. 73, 14, 17, 18).

Die von mehreren Häuten eingeschlossenen Sporen sind außen entweder glatt oder in verschiedener Weise mit Leisten, Höckern, Warzen, Netzen oder Stacheln versehen, die Mikrosporen sind mehr kugelquadrantisch mit deutlicher Rücken- und Bauchseite (Abb. 73, 6), die weit größeren Makrosporen kugeltetraëdrisch (Abb. 73, 19). Die männlichen, in den Sporen eingeschlossenen Prothallien bestehen aus nur zwei Zellen sowie einem Antheridium mit vier Spermatozoïden (Abb. 73, 6—9); letztere sind spiralig gebaut und unterscheiden sich von denen der anderen Lycopodiales durch die zahlreichen Zilien (Abb. 73, 10—13). Auch das weibliche, vielzellige Prothallium bleibt in der Makrospore eingeschlossen (Abb. 73, 20), sprengt aber später die Sporenwand und entwickelt dort ein Archegonium, dem erst, wenn es nicht befruchtet wird, ein zweites folgt. Bei der Ausbildung der befruchteten Eizelle zum Embryo entsteht kein Embryoträger, von den ersten acht Zellen des Keimlings dienen die oberen vier Zellen zur Bildung des Keimblattes und der Wurzel, während aus den vier unteren der als Saugorgan dienende Fuß hervorgeht.

Auch ungeschlechtliche Vermehrung kommt vor, indem anstatt der Sporangien durch Sprossung junge Pflänzchen erzeugt wurden; es handelt sich also um eine Art A p o g a m i e, wie sie auch bei Farnen, namentlich bei Gartenformen, häufig beobachtet wurde.

Die Gattung Isoëtes oder Brachsenkraut umfaßt etwa 60 Arten, von denen die meisten der nördlichen gemäßigten Zone angehören; besonders reich an ihnen sind Nordamerika mit 20 und Europa mit 17 Arten, von denen elf allein das Mittelmeergebiet bewohnen. Australien beherbergt zehn Arten, und das tropische Amerika immerhin noch acht. Sehr arm ist Afrika, bis auf die Mittelmeerländer, auch Südafrika hat nur eine Art in Natal; am ärmsten ist aber Asien, das nur eine Art in Japan, eine in Kleinasien und eine in Ostasien aufweist. Dies ist eine sehr merkwürdige und bisher noch ganz unaufgeklärte

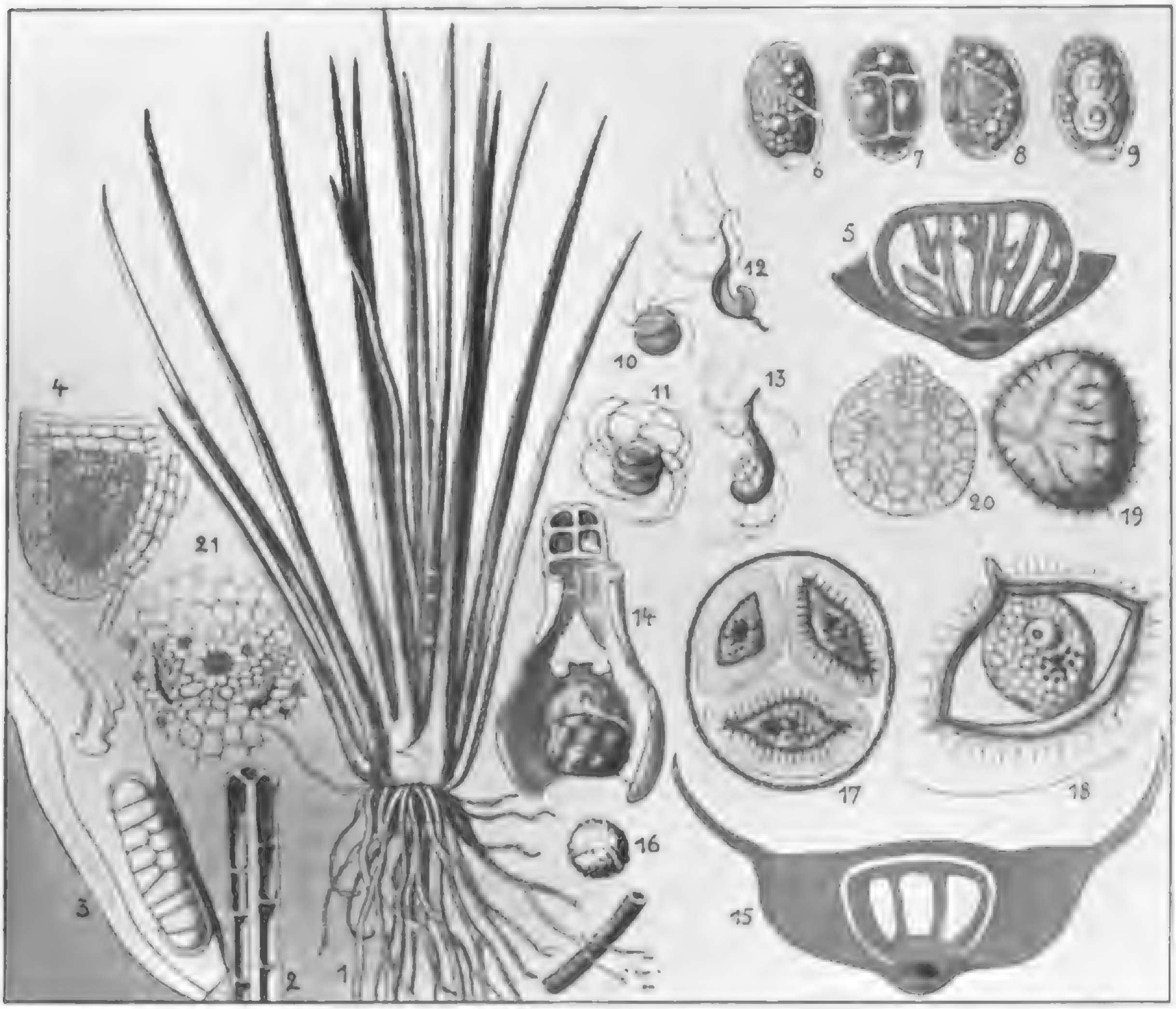


Abb. 73: Brachsenkräuter (Isoëtaceae).

Isoëtes lacustre: 1) Habitus; 2) Stück des Blattes, im Längsschnitt; 3) Basalteil des Mikrosporophylls, im Längsschnitt, mit Ligula, Lippe und Mikrosporangium; 4) unterer Teil des Mikrosporangiums, im Längsschnitt; 5) Querschnitt durch ein Mikrosporangium; 6-9) Keimung der Mikrosporen von I. setaceum; 10-13) Spermatozoiden von Isoëtes; 14) Basalteil des Makrosporophylls von I. lacustre, von vorn, mit Ligula, Indusium und Makrosporangium; 15) Querschnitt durch den Basalteil und das Makrosporangium; 16) Makrospore; 17) Makrosporen-Mutterzelle mit in Bildung begriffenen Makrosporen von I. Durieui; 18) jugendliche Makrospore von I. lacustre; 19) reife Makrospore von I. lacustre; 20) Prothallium mit Archegonium von I. lacustre; 21) Querschnitt durch den Blattnerv von I. lacustre; bis auf 1) alles vergrößert.

Verbreitungsweise, die aber wohl weniger in klimatischen als in geschichtlichen Verhältnissen ihre Deutung finden wird. Bei solchen krautigen und äußerlich wenig charakteristischen Pflanzen ist natürlich fossiles Vorkommen selten und zweifelhaft, dennoch glaubt man die Gattung sicher nicht nur im Tertiär, sondern auch in der unteren Kreide erkannt zu haben.

Die Blattgröße der einzelnen Arten ist sehr verschieden: während das kalifornische I. pygmaeum nur 4—6 cm hoch wird, erreichen die Blätter des gleichfalls nordamerikanischen I. Engelmannii bis 70 cm. In Deutschland kommen nur zwei Arten vor. Am häufigsten ist das Sumpf-Brachsenkraut, I. lacustre (Abb. 73, 1), ein 8—12 cm hohes Pflänzchen mit dunkelgrünen, pfriemlichen Blättern und von Höckern und Leisten bedeckten Makrosporen. Es wächst in Deutschland sehr zerstreut in Seen und ist auch in Skandinavien, Schottland, den Pyrenäen und Finnland verbreitet. Eine zweite Art, das stachelsporige

Brachsenkraut, I. echinosporum, findet sich in Deutschland nur in einzelnen Seen und Teichen in Westpreußen, Holstein und im Schwarzwald. Diese Pflanze wird 4—12 cm hoch und hat weniger harte, lebhaftgrüne, fein zugespitzte Blätter sowie lang- und dünnstachelige Makrosporen. Sie ist auch in Nordeuropa verbreitet, im Süden noch in Norditalien, ferner in Frankreich und England, auch in Nordamerika und sogar in Grönland. Während die erste Art sandigen und steinigen Boden bevorzugt, wächst diese auf schwarzem Grunde. Beide gehören zu der etwa 23 Arten umfassenden Sektion Aquatica; diese enthält dauernd untergetauchte Pflanzen, deren Blätter keine Bündel von Steifungszellen unter der Epidermis haben. Die amerikanischen Vertreter dieser Sektion haben im Gegensatz zu den europäischen Arten Spaltöffnungen. Die noch größere Sektion Amphibia lebt im Wasser, das dem Austrocknen ausgesetzt ist, bedarf also besonderer Mittel zur Steifung der Blätter und hat sechs solcher Bündel in jedem Blatte, daneben auch stets Spaltöffnungen. Die dritte Sektion, Terrestria, lebt auf der Erde, hat vier starke Steifungsbündel, zahlreiche Spaltöffnungen und außerdem sogenannte Blattfüße, d. h. erhärtete persistierende Blattbasen der abgestorbenen äußeren Blätter. Auch sind diese noch von schuppenartigen Niederblättern umgeben. Hierher gehören übrigens nur zwei im Mittelmeergebiet verbreitete Arten, I. Duriëi und I. hystrix, welch letztere sogar nach Westfrankreich bis zu den Kanalinseln hin ausstrahlt.



Abb. 74: Zykadeenfarn (Noeggerathia).
A) Fertiler, B) steriler Teil des Fiederblattes.

Klasse 5:

Cycadofilicales oder Zykadeen-Farngewächse.

Die Zykadeen-Farngewächse sind eine fast nur der paläozoischen Epoche angehörende Abteilung von Pflanzen, die zusammen mit der folgenden in gewissem Sinne den Übergang zwischen den farnartigen und den nacktsamigen Gewächsen darstellen.

Die Stämme, die Blattstiele und das Laub ähneln dem Farn, häufig auch der Bau der Leitbündel und der Blattfüße. Dagegen deuten das Dickenwachstum der Stämme, die Hoftüpfel der Tracheïden und die Markstrahlen des Leitbündelstranges auf die Verwandtschaft mit höheren Pflanzen. An die Zykadeen erinnert vor allem die einfache Fiederung der Blätter, die bei den Farnen ja weniger häufig ist, ferner der Bau der Leitbündel, die sogar nach innen zu in die Dicke wachsen, was freilich auch bei den unzweifelhaft zu den Pteridophyten gehörenden Lepidodendrazeen beobachtet wurde. Das Mark und die Rinde sind häufig sehr dick, was in gleicher Weise sowohl bei den Pteridophyten als auch bei den Zykadeen vorkommt. Für einen Teil dieser Pflanzen sind die geschlossenen, je nach der Form als Stern-, Platten- oder Schlangenringe unterschiedenen Leitbündel charakteristisch, die nicht nur nach außen hin, sondern auch nach innen zu Zuwachszonen von Sekundärholz bilden und einerseits gemeinsam das Mark umgeben, anderseits zerstreut im Marke selbst erscheinen. Die Blätter stehen zuweilen zweizeilig, z. B. bei Megaphyton (Taf. 14, B).

Nur für wenige Formen sind Fortpflanzungsorgane nachgewiesen.

Sehr merkwürdig ist die in der Kohlenformation häufig vorkommende Gattung Noeggerathia (Abb. 74), bei der die einfachgefiederten Blätter nach oben zu in ährenförmige Sporophyllstände übergehen, deren einzelne Sporophylle auf der Oberseite die Sporen enthaltenden Sporangien tragen. Die Blätter stehen also in der Mitte zwischen den Sporangien tragenden Blattfiedern der Farne, den Sporophyllständen der Bärlappgewächse und den Fiederblättern der Zykadeen, jedenfalls ein Hinweis darauf, daß Blatt und Sproß keine so ganz heterogenen Elemente ohne Zwischengestaltungen darstellen. Hierzu gehört auch die Gattung Psaronius, deren verkieselte Stämme, aus dem Rotliegenden von Sachsen, Böhmen und Frankreich, wegen der im Querschnitt strahlig angeordneten, schön gezeichneten Gefäßbündel als Starsteine zur Verfertigung von Zieraten und Gebrauchsgegenständen dienen.

Klasse 6:

Spermofilicales oder Samen-Farngewächse.

Die Samen-Farngewächse verbinden farnartige Blätter mit samenartigen Fortpflanzungsorganen, an denen man zuweilen sogar, wie bei manchen Gymnospermen, Pollenkammern erkennen kann. Vielleicht ist es daher richtiger, diese Klasse an den Anfang der Gymnospermen zu stellen; in diesem Falle würde man sie besser als Pteridospermales oder Farn-Samengewächse bezeichnen. Die Makro- und die Mikrosporophylle aber sind von den vegetativen Blättern wenig verschieden, was sie den Farnen wieder nähert.

Hierzu sind vor allem die Abteilungen der Lyginopterideae und der Medulloseae zu rechnen, zu ersteren besonders die Gattung Lagenostoma, deren zykasartige Samen von becherartigen Hüllen (Integumenten) umgeben sind. Mit großer Wahrscheinlichkeit hat man festgestellt, daß diese Samen von einer Pflanze stammen, deren farnartiges Laub man als von einer Art der Gattung Sphenopteris herrührend schon früher beschrieben hatte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch viele andere bekannte, bisher nur nach ihren Blättern und Achsen als zu den Farnen gehörig beschriebene Gewächse der Kohlenzeit in Wirklichkeit Samen-Farngewächse sind, z. B. Arten der Gattungen Mariopteris (Taf. 14, D), Neuropteris, Callipteris, Lonchopteris, Alethopteris. Von einigen dieser Gewächse glaubt man übrigens auch schon die Samen gefunden zu haben; doch ist der Nachweis, daß es sich bei den nur in kohligem Zustande in Gestalt von Abdrücken erhaltenen Resten der Karbonzeit um Samen und nicht um Sporenbehälter (Sporangien) handelt, welch letztere in jener Periode auch häufig beträchtliche Größe erreichten, nur ausnahmsweise mit Sicherheit zu führen.

Abteilung B:

Spermophyta oder Samenpflanzen.

Die auch als Siphonogamae oder Pollenschlauchpflanzen, Anthophyta oder Blütenpflanzen, Phanerogamae oder offenblühende Pflanzen bezeichneten Spermophyta (Spermatophyta) oder Samenpflanzen bilden die letzte Abteilung des Pflanzenreiches, die an Bedeutung sowohl bezüglich des Nutzens für den Menschen als auch bezüglich des Anteils an der Pflanzenbekleidung der Erde bei weitem alle anderen Abteilungen überragt. Mit Ausnahme weniger Farne und Seetange gehören alle größeren Gewächse, mit Ausnahme der Baumfarne alle lebenden Holzpflanzen zu ihnen.

Ehemals freilich war es anders: in den alten Sedimentablagerungen der Erde, im Paläozoikum, herrschten noch die niederen Abteilungen des Pflanzenreiches unbedingt vor, und nur wenige Samenpflanzen der untersten Klassen, wie die Kordaïten, Ginkgoazeen und Zykadazeen, mischten sich unter die gewaltige Masse der Archegonienpflanzen. Die Schachtelhalme bzw. ihre Verwandten, die Rohrhalme, bildeten im Verein mit den Schuppen- und Siegelbäumen sowie einer reichen Flora von Farnen, Zykadeenfarnen und Samenfarnen die Waldbedeckung der Erde, und die karbonischen Kohlen sind im Gegensatz zu den Tertiärkohlen ihrer überwiegenden Masse nach Reste dieser Archegoniaten.

Zu Beginn des Mesozoikums, der mittleren Periode der Sedimentablagerungen, fangen dagegen die unteren Abteilungen der Samenpflanzen an, den tieferstehenden Pflanzenklassen ernste Konkurrenz zu machen. Ist das Paläozoikum die Zeit der Archegonienpflanzen, so ist das Mesozoikum die Blütezeit der Nacktsamigen oder Gymnospermen, zuerst der unteren, d. h. der Zykadazeen und Ginkgoazeen, später der höheren, d. h. der eigentlichen Koniferen. Die Bedecktsamigen oder Angiospermen zeigen sich zwar schon in der Kreideperiode in einer großen Anzahl von meist den einfacher organisierten Familien angehörenden Formen, aber erst in der Tertiärzeit beginnen sie ihre erdbeherrschende Stellung einzunehmen, die ihnen bis heute verblieben ist. Während bei den Archegonienpflanzen noch zuweilen thalloïdische Gewächse, also solche, die nicht in Stamm und Blätter gegliedert sind, vorkommen, und thalloïdische Lebensperioden in Gestalt von Prothallien allgemeinverbreitet sind, finden sich derartige Formen bei den Samenpflanzen nur in einigen parasitischen Familien als Folge einer weitgehenden Rückbildung infolge ihrer Lebensweise; aber auch bei ihnen sind die Blätter meist noch, wenigstens in Gestalt von Schuppen, erkennbar.

Vor allem offenbart sich aber der Fortschritt der Samenpflanzen gegenüber den Archegoniophyten in der weiteren Reduzierung der proëmbryonalen oder geschlechtlichen Generation. Der Generationswechsel, der bei den letzteren sich noch in beiden Geschlechtern der einzelnen Pflanzenarten deutlich zeigt, ist bei den Samenpflanzen nur bei dem männlichen Geschlecht nach außen sichtbar, und auch da in stark modifizierter Form.

Die Mikrosporen führen bei den Samenpflanzen den Namen Pollenkörner (Abb. 75) oder männliche Keimzellen und gelangen meist in großer Anzahl in den Mikrosporangien, die hier als Pollenfächer oder Lokuli bezeichnet werden, zur Ausbildung. Diese

sitzen in der Regel in Mehrzahl an den Mikrosporophyllen, die hier *Staubblätter*, *Staubgefäße* oder *Stamina* heißen. Gewöhnlich bestehen diese aus einem fadenförmigen Träger, dem *Staubfaden* oder *Filamentum* (Abb. 75, A 1), und einem etwas verbreiterten Ende, das mitsamt den daransitzenden Pollensäcken *Anthere* genannt wird. Jede der beiden Antherenhälften wird als *Pollensack* oder *Theka* (Abb. 75, A 2) bezeichnet, der sie verbindende Mittelteil heißt *Konnektiv* (Abb. 75, A 3). Jede Theka besteht in der Regel aus zwei *Pollenfächern* oder *Lokuli*. Als *Staubbeutel* werden bald die Theken, bald die Lokuli bezeichnet. Die Entwickelung der Pollenkörner ähnelt derjenigen

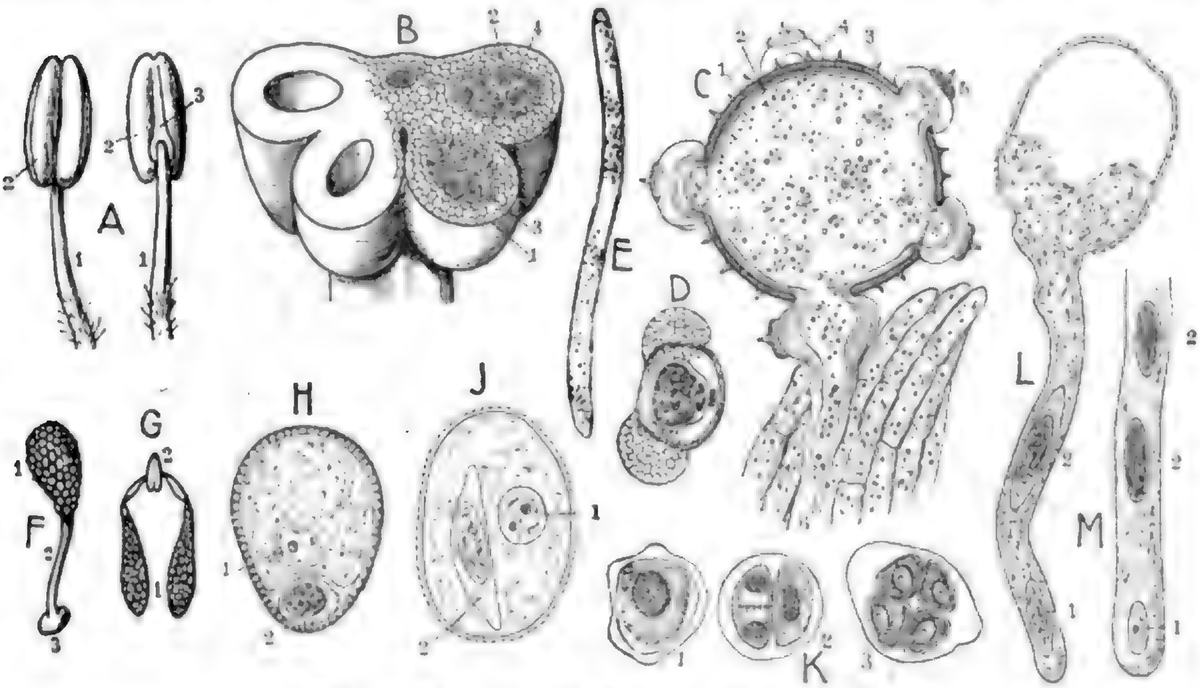


Abb. 75: Bildung und Keimung des Pollens.

A) Staubblätter von Hyoscyamus niger, von vorn und hinten: 1) Filament; 2) Theka; 3) Konnektiv.
B) Vierfächerige Anthere, im Querschnitt, vergr.: 1) Exothezium; 2) Endothezium; 3) Tapetenzellen; 4) Pollenmutterzellen.
C) Pollenkorn von Cucurbita pepo, vergrößert, keimend: 1) Exine; 2) Intine; 3) Stachel; 4) aufquellende Intine an den Poren; 5) von der Intine emporgehobener Deckel; 6) keimender Pollenschlauch, in die Narbe eindringend.
D) Pollen von Pinus pinaster mit Flugsäcken.
E) Pollen von Cymodocea nodosa.
F) Staubblatt einer Orchis, vergr.: 1) Pollinarium; 2) Kaudikula; 3) Retinakulum.
G) Staubblatt von Asclepias cornuti, vergr.: 1) Pollinarien; 2) Klemmkörper.
H, J) Pollenkorn von Lilium martagon vor der Keimung: 1) Kern der vegetativen Zelle; 2) Mutterzelle des Antheridiums.
K) 1–3) Teilung der Pollenmutterzelle.
L) Keimender Pollen von Lilium martagon: 1) Kern der vegetativen Zellen; 2) Mutterzelle des Antheridiums.
M) Spitze eines Pollenschlauches derselben Pflanze: 1) Kern der vegetativen Zellen; 2) generative Zellen.

der Mikrosporen der Archegonienpflanzen. Durch Zellteilungen bilden sich in den jungen Pollensäcken oder Mikrosporangien vier verschiedene Schichten, das *Exothezium* oder die *Epidermis* des Pollensackes (Abb. 75, B 1), das *Endothezium* oder die gewöhnlich aus mehreren Zellagen zusammengesetzte innere Wandung des Pollensackes (Abb. 75, B 2), ferner eine Lage von *Tapetenzellen* (Abb. 75, B 3) und schließlich die dem Archespor entsprechenden *Pollenmutterzellen* (Abb. 75, B 4, K 1), die wieder durch zweimalige Teilung vier *Spezialmutterzellen* bilden (Abb. 75, K 2, 3), aus deren Inhalt je ein Pollenkorn (Abb. 75, C, H, J) hervorgeht.

Die *Pollenkörner*, die sehr verschiedene Formen, meist aber entweder Kugel- oder Bohnengestalt oder aber die Form eines Tetraëders haben, sind von einer *äußeren* und einer *inneren Pollenhaut*, der dem Exosporium der Archegonienpflanzen entsprechenden *Exine* (Abb. 75, C 1) und der dem Endosporium entsprechenden *Intine* (Abb. 75, C 2), bedeckt. Die

letztere besteht aus reiner Zellulose, die erstere hat meist eine Kutikula, d. h. einen dünnen Überzug aus Korksubstanz, und ist häufig mit Skulpturierung, d. h. mit Warzen, Leisten, Kämmen, Stacheln (Abb. 75, C 3) usw., versehen, die neben ihrer meist klebrigen Oberfläche dazu dienen, die Pollenkörner an Insekten und anderen Pollenüberträgern haften zu lassen. Manche auf Windübertragung angewiesene Pollenkörner haben anstatt der Skulpturierung Flugsäcke (Abb. 75, D). Der auf Fortbewegung im Wasser angewiesene Pollen der Seegräser hat die Form langer Fäden, auch fehlt dem im Wasser verbleibenden Pollen meist die Kutikula der Exine (Abb. 75, E).

Nicht immer lösen sich die Pollenkörner voneinander ab, oftmals bleiben sie vielmehr zu ganzen Pollenmassen oder Massulä verbunden. Als Pollinarium bezeichnet man eine zusammenhängende Masse sämtlicher Pollenkörner oder sämtlicher Massulä (Abb. 75, F 1, G 1). Bei den Orchideen und Asklepiadazeen sitzen diese Pollinarien an Stielen, die bei den ersteren Kaudikulä (Abb. 75, F 2) genannt und an ihrem Grunde paarweise durch eine Klebstoffmasse, Retinakulum (Abb. 75, F 3), zusammengehalten werden. Bei den Asklepiadazeen werden die Stiele der Pollinarien paarweise durch einen erst drüsigen, dann hornartig werdenden Klemmkörper vereinigt (Abb. 75, G 2).

Häufig sind an den Pollenkörnern bestimmte scharf umschriebene Stellen erkennbar, an denen die Exine dünn, die Intine verdickt ist; hier kann bei der Keimung der von der Intine umschlossene Pollenschlauch oder Sipho heraustreten. Je nach den Gattungen finden sich zwei bis sechs solcher Austrittsstellen; meist sind sie kreisförmig, bei den Monokotyledonen dagegen gewöhnlich spaltförmig. Zuweilen lösen sich bei der Keimung die betreffenden Stücke der Exine als Deckel los (Abb. 75, C 5); auch spiralige Lösung der Exine kommt vor.

Die Bildung eines Pollenschlauches ist bisher bei sämtlichen Samenpflanzen beobachtet worden. Daher hat man sie auch unter dem Namen Siphonogamen oder Pollenschlauchpflanzen den Asiphonogamen oder Pflanzen ohne Pollenschlauch gegenübergestellt.

In dem Pollenkorn findet gewöhnlich schon vor der Keimung, d. h. vor dem Austreiben des Pollenschlauches, eine Zellteilung statt, die ein äußerst reduziertes Analogon der Prothalliumbildung der Archegonienpflanzen darstellt. Gewöhnlich beschränkt sich die Zellteilung auf eine kleine, der Antheridium-Mutterzelle entsprechende zellhautlose generative Zelle (Abb. 75, H 2), die sich bald von der Wandung loslöst, dann als spiralförmiger Körper frei innerhalb der größeren vegetativen Zelle liegt (Abb. 75, J 2) und auch nach Bildung des Pollenschlauches in diesen eintritt (Abb. 75, L 2). Nur die Gymnospermen entwickeln außerdem einige vegetative Zellen im Pollen, auch hat hier die generative Zelle noch eine Zellhaut, die bei den Angiospermen gleichfalls fehlt. Die generative Zelle teilt sich in zwei nackte männliche Geschlechtszellen (Abb. 75, M 2), die nur noch bei zwei der am tiefsten stehenden Familien der Gymnospermen eine eigene Bewegung durch Wimpern (Zilien) haben. Nur diese Geschlechtszellen sind also wie bei den Archegonienpflanzen als Spermatozoïden zu bezeichnen, während sie dort, wo sie unbeweglich sind, Spermakerne genannt werden; sie werden mit dem wachsenden Pollenschlauch dem weiblichen Geschlechtsapparat zugeführt.

Eine noch stärkere Rückbildung erleidet das weibliche Geschlecht bei den Spermophyten im Vergleich zu den Archegonienpflanzen. Hier versteckt sich die ganze proëmbryonale oder geschlechtliche Generation innerhalb der embryonalen oder ungeschlechtlichen Generation. Die Makrospore tritt überhaupt nicht mehr selbständig in die Erscheinung, sie löst sich nicht mehr von der die embryonale Generation darstellenden Mutterpflanze ab, sondern verbleibt im Makrosporangium, das bei den Samenpflanzen den Namen Nuzellus führt.

Gewöhnlich ist dieser Nuzellus von ein bis zwei Hüllen oder Integumenten (Abb. 76, A 1) umgeben, die ihn bis auf einen an seinem Scheitel liegenden schmalen Zugang, den Ovularmund oder die Mikropyle (Abb. 76, A 2), einhüllen. Der Nuzellus nebst seinen Hüllen wird Samenanlage oder Ovulum (Abb. 76, A), auch Samenknospe oder Eichen genannt.

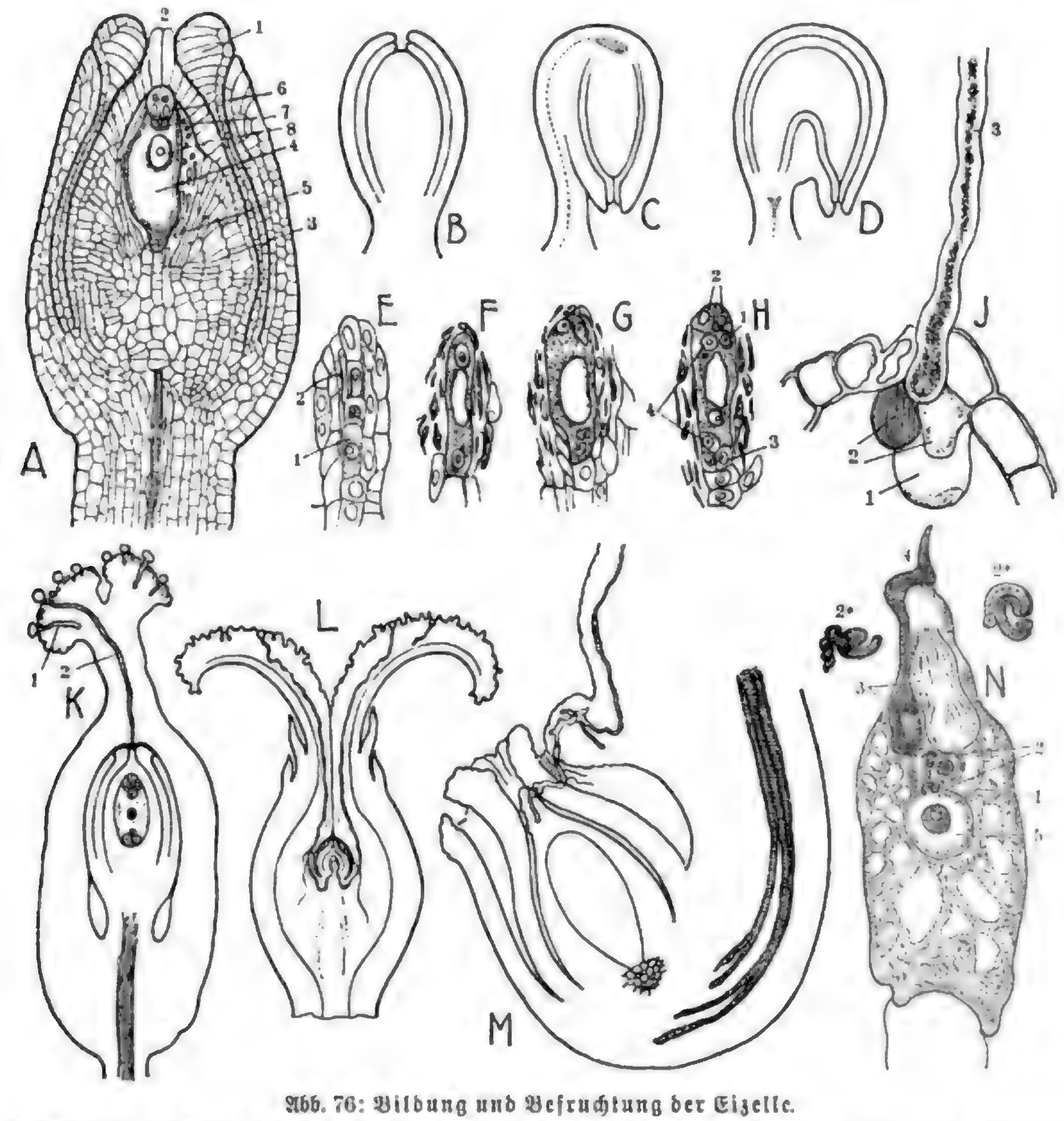


Abb. 76: Bildung und Befruchtung der Eizelle.

A) Samenanlage von Polygonum divaricatum, im Längsschnitt, vergr.: 1) Inneres Integument; 2) Mikropyle; 3) Gewebe des Nuzellus; 4) Embryosack; 5) Antipoden; 6) Synergiden; 7) Eizelle; 8) sekundärer Embryosackkern.
B) Atrope Samenanlage, schematisiert.
C) Anatrope Samenanlage, schematisiert.
D) Kampylotrope Samenanlage, schematisiert.
E–H) Embryosackentwickelung von Polygonum divaricatum: E) 1) Embryosack; 2) die drei Schwesterzellen des Embryosackes. F–H) Teilung des Embryosackkernes in 2, 4 und 8 Kerne. H) 1) Eizelle; 2) Synergiden; 3) Antipoden; 4) Polkerne.
J) Scheitel des Nuzellus im Moment des Eindringens des Pollenschlauches: 1) Eizelle; 2) Synergiden; 3) Pollenschlauch.
K–M) Fruchtknoten, im Längsschnitt, im Moment der Befruchtung: K) von Polygonum convolvulus, Porogamie: 1) Eindringender Pollenschlauch; 2) befruchtender Pollenschlauch; L) von Juglans regia, Chalazogamie; M) von Ulmus pedunculata, Eindringen des Pollenschlauches durch das Integument.
N) Embryosack von Helianthus annuus im Moment der Befruchtung: 1) Eizelle mit Eikern; 2) die beiden männlichen Kerne, 2*) diese vergrößert; 3) Synergiden; 4) Pollenschlauch; 5) Embryosackkern.

Die Samenanlagen sitzen einzeln oder in Mehrzahl gewöhnlich vermittels kürzerer oder längerer Stiele, die als Nabelstrang, besser Ovularträger, oder Funikulus bezeichnet werden, an dem Makrosporophyll oder weiblichen Geschlechtsblatt, das bei den Phanerogamen

den Namen Fruchtblatt führt. Die sich häufig deutlich vom Fruchtblatt abhebende Ansatzstelle der Samenanlagen wird Samenleiste oder Plazenta genannt. Die Samenanlage setzt bald die Richtung des Ovularträgers fort, bald hat sie entgegengesetzte Richtung, oder sie ist gekrümmt. Im ersteren Falle heißt sie geradläufig oder atrop, auch orthotrop (Abb. 76, B), im zweiten Falle gegenläufig, umgewendet oder anatrop (Abb. 76, C), im dritten Falle krummläufig, kampylotrop oder kamptotrop (Abb. 76, D). Namentlich im zweiten Falle verwächst der Ovularträger mit der Samenanlage und ist dann auch noch beim reifenden Samen als Samennaht oder Raphe (Abb. 77, S 2) erkennbar, die sich von der als Chalaza oder Knospengrund bezeichneten Basis der Samenanlage bis zu dem Ansatzpunkt der Samenanlage an den Nabelstrang, dem Nabel oder Hilum, hinzieht.

Auch die Produkte des Makrosporangiums, die Makrosporen, und das sich daraus entwickelnde Prothallium nebst den Archegonien bleiben bei den Samenpflanzen von der ungeschlechtlichen embryonalen Generation umschlossen.

Die Makrospore heißt bei den Spermophyten Embryosack oder Keimsack und ist fast immer nur in Einzahl in jedem Makrosporangium vorhanden (Abb. 76, A 4). Es werden zwar wie bei vielen Archegoniaten vier Tochterzellen innerhalb der Embryosackmutterzelle angelegt (Abb. 76, E), aber nur eine von ihnen gelangt zur Ausbildung (Abb. 76, E 1), während die übrigen entweder steril bleiben bzw. verkümmern (Abb. 76, E 2), oder aber, so bei den Kasuarinazeen, als Hilfsorgan bei der Befruchtung dienen.

Ein wirkliches Prothallium mit dem Zweck der Ernährung der Geschlechtsorgane kommt hier naturgemäß nicht mehr zur Ausbildung. Das ihm entsprechende Gewebe, das meist erst im Laufe der Entwickelung des Samens entsteht, dient vielmehr, soweit es vorhanden ist, als Speichergewebe für die von dem Keimling benötigten Nährstoffe; es wird deshalb als Nährgewebe oder Endosperm bezeichnet. Nur die schon vor der Befruchtung im Embryosack angelegten Zellen dieses Gewebes werden noch Prothallium genannt, wenigstens bei den Gymnospermen und den Kasuarinazeen, wo sie sich in größerer Anzahl finden oder den Embryosack sogar ganz ausfüllen, während bei den übrigen Spermophyten die analogen Zellen den Namen Gegenfüßlerzellen oder Antipoden (Abb. 76, A 5) tragen, da sie gewöhnlich an der dem Eiapparat entgegengesetzten Seite im Embryosack liegen. Sie sind meist in Dreizahl vorhanden und scheinen nur bei der Ernährung des Keimlings eine gewisse Rolle zu spielen.

Die Archegonien der Spermophyten sind, im Vergleich zu denen der Archegoniaten, ebenfalls stark reduziert. Während bei der Geschlechtsgeneration der Archegonienpflanzen die weiblichen Organe einer komplizierten, durch die Archegonien dargestellten Ausbildung bedürfen, um die Produkte der männlichen Organe, die männlichen Geschlechtszellen, anzulocken und aufzufangen, und auch letztere Fortbewegungsapparate in Gestalt der Zilien der Spermatozoïden benötigen, verschwinden diese Gebilde bei den Gymnospermen allmählich. Spermatozoïden finden sich, wie wir sahen, nur noch bei wenigen Familien derselben, und die Archegonien schrumpfen von den Zykadeen bis zu den Gnetazeen immer mehr ein, sind aber meist doch noch in Mehrzahl vorhanden und als Archegonien erkennbar. Bei den Angiospermen sind dagegen kaum noch Spuren eines Archegoniums sichtbar: der ganze weibliche Geschlechtsapparat jedes Embryosackes (Makrospore) besteht hier aus einer einzigen membranlosen Eizelle (Abb. 76, A 7, H 1, J 1) und zwei Nebenzellen, den sogenannten Gehilfinnen oder Synergiden (Abb. 76, A 6, H 2, J 2), die möglicherweise als die letzten Reste besonderer Archegonien anzusehen sind.

Während demnach die Gymnospermen und von den Angiospermen die Kasuarinazeen durch ein deutliches Prothallium, erstere auch durch mehr oder minder deutliche Archegonien an die Archegonienpflanzen erinnern, haben die übrigen Angiospermen diese Ähnlichkeiten schon eingebüßt. Entwickelt sich bei den Gymnospermen das dem Prothallium entsprechende Nährgewebe allmählich weiter, so entsteht bei den Angiospermen der Hauptteil des Nährgewebes erst nach der Befruchtung: erstere haben eine kontinuierliche, letztere eine diskontinuierliche oder fraktionierte Endospermbildung.

Interessant sind die Vorgänge im Embryosack der Angiospermen vor der Befruchtung. Der primäre Embryosackkern teilt sich (Abb. 76, F), die auseinanderweichenden Tochterkerne wiederholen dies noch zweimal. Von den acht so entstandenen Kernen wandern drei der Mikropyle, drei dem entgegengesetzten Ende des Embryosackes zu und umgeben sich mit Zellmasse. Diese ersteren stellen den Eiapparat dar, d. h. die Eizelle mit den Synergiden (Abb. 76, H 1 und 2), die letzteren die Antipoden (Abb. 76, H 3). Die beiden übrigbleibenden sogenannten Polkerne (Abb. 76, H 4) wandern nach der Mitte der Zelle und verschmelzen zu dem sekundären Embryosackkern (Abb. 76, A 8, N 5).

Die Befruchtung spielt sich bei den Samenpflanzen in folgender Weise ab. Im allgemeinen werden die Pollenkörner der Spermophyten durch den Wind oder durch Insekten zu den weiblichen Blüten, bei den Gymnospermen zu den Samenanlagen, getragen. Bei den Angiospermen bleiben sie meist auf den kleberigen Narben haften, keimen daselbst und wachsen durch das Leitungsgewebe des Griffelkanals zur Samenanlage hin (Abb. 76, K 1 und 2). Hier unterscheidet man drei verschiedene Wege der Befruchtung, die Akrogamie, die Basigamie und die Chalazogamie. Bei der Akrogamie, die bei weitem die Regel ist, dringt der Pollenschlauch durch die Mikropyle, die von den Integumenten freigelassene Öffnung (Abb. 75, A 2, K 2), bis zu der Stelle des Embryosackes ein, wo sich der Geschlechtsapparat befindet. In einzelnen Fällen, wo die Integumente fehlen, oder wo, wie bei manchen Santalazeen, der Embryosack zwischen den Integumenten herauswächst, gelangt der Pollenschlauch unmittelbar zum Embryosack. Bei der nur wenigen Loranthazeen eigentümlichen Basigamie liegt der Geschlechtsapparat nicht an der Spitze, sondern an der Basis der Samenanlage, daher muß der Pollenschlauch von der Basis aus eindringen. Bei der in einigen der tieferstehenden Familien, wie Kasuarinen, Walnuß, Birke, Erle und Haselnuß, konstatierten Chalazogamie dringt der Pollenschlauch auf komplizierte Weise von seiten der Chalaza aus in die Samenanlage ein (Abb. 76, L), bei der Ulme vermittels seitlicher Durchbohrung der Integumente (Abb. 76, M).

Der bis zum Embryosack gelangte Pollenschlauch entläßt hier seinen Inhalt, der durch die eine hierbei absterbende Synergide bis zur Eizelle vordringt (Abb. 76, J). Von den beiden generativen Kernen des Pollenschlauches, die häufig eine korkzieherartig gekrümmte, an Spermatozoïden erinnernde Form annehmen (Abb. 76, N 2), verschmilzt der eine mit dem Eikern, der andere mit dem sekundären Embryosackkern, letzteres ein eigenartiger Prozeß, den man als vegetative Befruchtung bezeichnet hat. Aus dem befruchteten Embryosackkern entsteht der Endospermkern, durch dessen Teilung sich das Endosperm des Samens bildet. Die befruchtete Eizelle wächst zum Keimling aus.

Zuweilen findet übrigens bei den Samenpflanzen auch eine Entwickelung von Keimlingen ohne vorangegangene Befruchtung statt. Man muß hierbei zwei Formen unterscheiden, die Aposporie und die Apogamie. Bei der Aposporie entwickeln sich vegetative Zellen zu Keimlingen, und zwar besonders die Zellen des Scheitels des Nuzellus, häufig sogar in

größerer Anzahl, so daß zahlreiche Keimlinge nebeneinander entstehen, was man als Polyembryonie bezeichnet (Abb. 76, A). Bei der Apogamie dagegen wächst die Eizelle selbst, ohne Befruchtung, zum Keimling aus, und zwar ist der Eikern schon von vornherein nicht befruchtungsfähig, da die Reduktion der Anzahl der Chromosomen bei der Embryosackentwickelung unterblieben ist. Aposporie findet sich häufig bei Kulturpflanzen, Apogamie besonders bei vielgestaltigen, in schneller Weiterbildung begriffenen Gattungen. Bei Hieracium treten Aposporie, Apogamie und normale geschlechtliche Entwickelung nebeneinander auf. Ob diese Erscheinungen auf sexuelle Schwächung infolge von Kultur durch den Menschen oder auf übermäßige Mutation der in schneller Weiterbildung begriffenen Gattungen zurückzuführen sind, mag dahingestellt bleiben. Daß bei vielen Pflanzen, namentlich bei kultivierten, die Geschlechtsorgane funktionsunfähig werden, ohne durch anormal gebildete Keimlinge ersetzt zu werden, brauchen wir hier nur kurz anzudeuten; selbstverständlich kann auch diese Erscheinung auf verschiedenen Ursachen beruhen.

Der Keimling oder Embryo, auch Keim genannt, geht, wie wir sahen, in den meisten Fällen nach der Befruchtung des Eikerns aus der Eizelle hervor, und zwar in der Weise, daß sie sich mit einer Zellulosehaut umgibt und dann zu einer Vorkeim oder Proembryo genannten Zellreihe auswächst. Die letzte Zelle des Vorkeims bildet durch Teilung nach verschiedenen Richtungen hin den Embryo, während der fadenförmige Rest des Vorkeimes als Embryoträger, Keimträger oder Suspensor bezeichnet wird (Abb. 77, B—F). Die ihn mit dem Embryo verbindende Zelle wird Hypophyse genannt (Abb. 77, E 2, F 2). Der Embryo selbst ist sehr verschieden gestaltet: zuweilen, und zwar besonders bei Pflanzen mit parasitischer Lebensweise, besteht er vor der Keimung aus einer undifferenzierten Masse (Abb. 77, K), meist aber unterscheidet man deutlich mehrere Teile, nämlich das der Mikropyle des Samens zugekehrte Würzelchen oder die Radikula, ferner die Hauptachse oder das Hypokotyl, sodann die in wechselnder Zahl vorhandenen Keimblätter oder Kotyledonen, auch Samenlappen genannt, und schließlich die Sproßknospe oder Plumula, die, falls sie im Samen nicht ordentlich zur Entwickelung gelangt, auch einfach als Vegetationspunkt bezeichnet wird. Sind mehrere Keimblätter vorhanden, wie z. B. bei den Dikotyledonen, so liegt der Vegetationspunkt zwischen ihnen (Abb. 77, E 4), sonst seitlich, von dem einzigen Keimblatt scheidig umhüllt, so z. B. bei den Monokotyledonen (Abb. 77, F 4). Der Keim ist entweder gerade (Abb. 77, L 2) oder gekrümmt bzw. gefaltet (Abb. 77, O 2, N 2), die Keimblätter liegen gewöhnlich nebeneinander, selten sind sie auseinandergespreizt. Oft entwickeln sie sich so stark, daß sie die Ausbildung des Endosperms hemmen oder dieses resorbieren (Abb. 77, M, P): dann dienen die Kotyledonen selbst an Stelle des Nährgewebes als Reservestoffbehälter für die keimende Pflanze. Umgekehrt ist gewöhnlich, wenn das Nährgewebe stark entwickelt ist, der Keim sehr klein (Abb. 77, J, L).

Bei der Keimung wird die Samenschale in der Regel gesprengt, häufig, und zwar besonders bei den Monokotyledonen, dringt der Keimling an schon durch die Struktur vorherbestimmten Stellen der Samenschale heraus, wobei oft dieser Teil als Samendeckel oder Operkulum sich von der übrigen Samenschale lostrennt und abgehoben wird.

Das Nährgewebe oder Endosperm, das, wie wir sahen, aus der Verschmelzung des sekundären Embryosackkernes mit einem Spermakern entsteht, bildet sich in den weitaus meisten Fällen durch Zellteilung innerhalb des Embryosackes weiter aus. Die nach der Verschmelzung entstandenen Tochterkerne rücken an die Wandung des Embryosackes und bringen dort durch wiederholte Zweiteilung einen ganzen Wandbelag von Kernen hervor

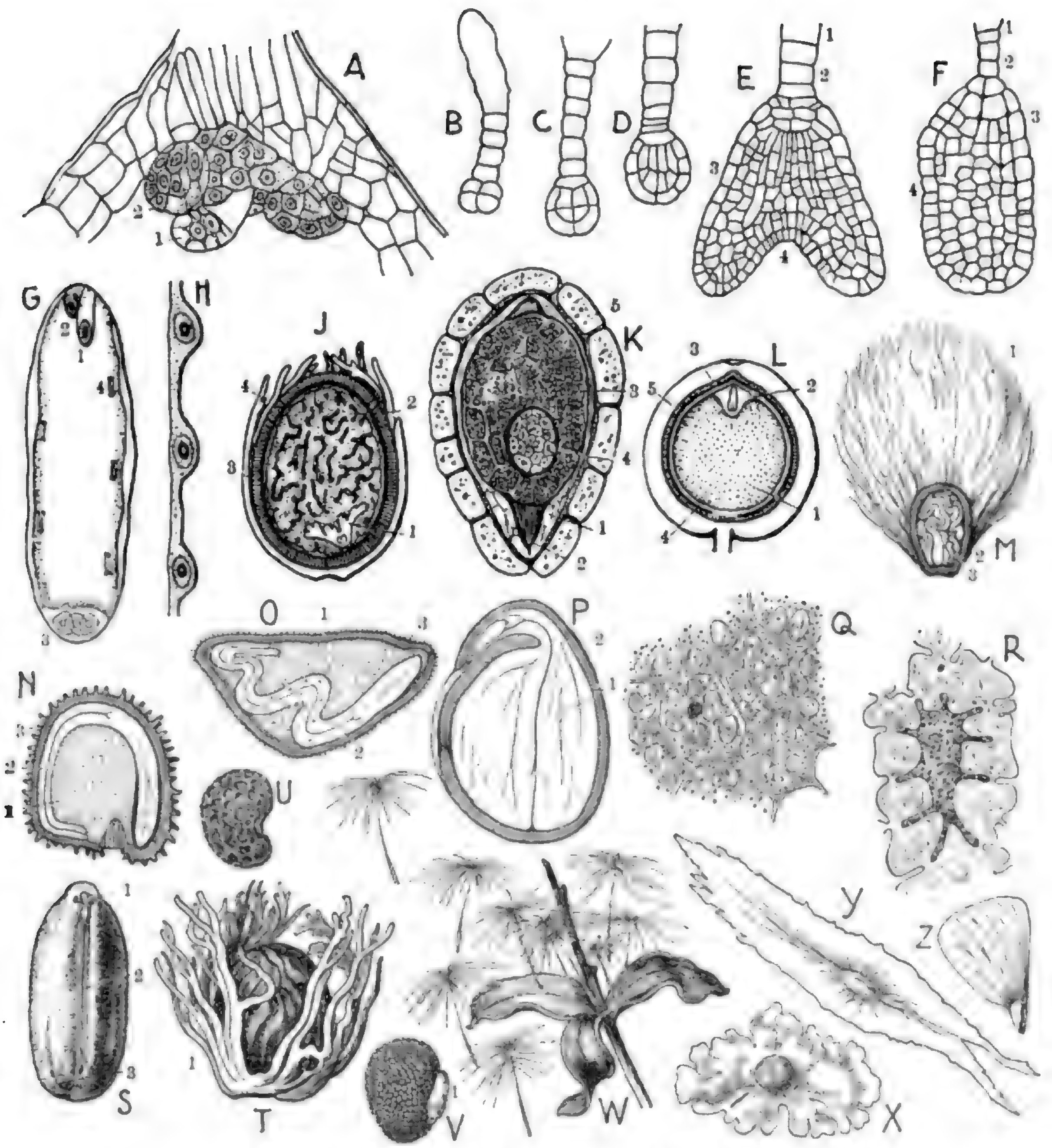


Abb. 77: Bildung des Keimlings und des Samens.

A) Scheitel des Nuzellus von Hosta coerulea, vergrößert: 1) Befruchtete Eizelle; 2) Adventivkeimlinge (Aposporie).

B–D) Entwickelung des Keimlings von Capsella bursa pastoris, vergrößert.

E) Dikotyledonen-Keimling von Capsella bursa pastoris, vergrößert: 1) Keimträger; 2) Hypophyse; 3) Kotyledonen; 4) Plumula.

F) Monokotyledonen-Keimling von Alisma plantago, vergr.: 1) Keimträger; 2) Hypophyse; 3) Kotyledonen; 4) Plumula.

G) Embryosack von Myosurus minimus, vergrößert: 1) Befruchtete Eizelle; 2) Reste der Synergiden; 3) Antipodenzellen; 4) Beginn der Endospermbildung durch Kernteilung als Wandbelag.

H) Endospermkerne als Wandbelag des Embryosackes.

J) Same von Myristica fragrans, im Längsschnitt: 1) Keimling; 2) zerklüftetes Nährgewebe; 3) Testa; 4) Arillus.

K) Same von Orobancho galii, im Längsschnitt, vergrößert: 1) Rest des Nuzellus; 2) Rest des Embryosackes; 3) Endosperm; 4) Keimling; 5) Testa.

L) Same von Piper nigrum, im Längsschnitt, vergrößert: 1) Perisperm; 2) Endosperm; 3) Keimling; 4) Testa; 5) Perikarp.

M) Same von Gossypium herbaceum, im Längsschnitt, vergrößert: 1) Samenhaare; 2) Testa; 3) gefalteter Keimling.

N) Same von Agrostemma githago, im Längsschnitt, vergr.: 1) Endosperm; 2) gekrümmter Keimling; 3) Testa.

O) Convolvulus arvensis, Längsschnitt durch den Samen: 1) Endosperm; 2) Keimling; 3) Testa. [Keimling; 2) Testa.

P) Aesculus hippocastanum: 1)

Q) Zellen der Keimblätter der Erbse mit Reservestoffen, besonders mit Stärke, Aleuron und Protoplasma, vergrößert.

R) Endospermzelle von Phytolephas mit Reservezellulose, vergrößert.

S) Same von Myristica papuana, etwas verkleinert: 1) Chalaza; 2) Raphe; 3) Hilum.

T) Same von Myristica fragrans, vom Arillus (1) umgeben, etwas verkleinert.

U) Same von Papaver rhoeas, vergrößert, mit Netzleisten.

V) Same von Chelidonium majus, vergrößert, mit Warzenhöckern: 1) Karunkula.

W) Frucht einer Tillandsia, Samen mit Federkronen.

X) Geflügelter Same einer Bignonia.

Y) Geflügelter Same von Cinchona succirubra, vergr.

Z) Geflügelter Same von Abies alba.

(Abb. 77, G 4, H), die sich mit Protoplasma umgeben und durch Zellwände voneinander scheiden. Durch tangentiale Zellwände entstehen dann immer mehr Zellschichten, die oft den gleichzeitig stark wachsenden Embryosack mehr oder weniger ausfüllen. Hierbei wird gewöhnlich das Gewebe des Eikernes, der Nuzellus, bis auf wenige Reste, zuweilen werden auch die Integumente teilweise resorbiert. Das so entstandene Gewebe ist fleischig oder mehlig, öfters auch hornartig oder knorpelig. Im Gegensatz zu diesem Endosperm bezeichnet man das Nährgewebe, das manche Pflanzen im Gewebe des Nuzellus oder Eikernes entwickeln, als Perisperm (Abb. 77, M). Beide Nährgewebearten dienen als Reservestoffbehälter zur Ernährung des Keimlings und sind gewöhnlich mit Stärkekörnern oder Fett sowie mit Albuminaten bzw. Proteïnstoffen dicht gefüllt (Abb. 77, Q), während in manchen Fällen an Stelle der Stärke dicke Zellulosewände als Kohlenhydratspeicher dienen (Abb. 77, R). Wegen der Albuminate hat man das Nährgewebe auch Eiweiß oder Albumen genannt, doch ist dies irreführend, da Gewebe nicht den Namen chemischer Stoffe tragen sollten. Zuweilen erscheint das Nährgewebe durch von außen eindringende Gewebspartien zerklüftet oder gefurcht; man bezeichnet ein solches Nährgewebe als ruminat (Abb. 77, K).

Häufig, und zwar besonders wenn die Samen sehr reich an Endosperm sind, oder wenn die Nährstoffe in schwer löslicher Form, z. B. als Reservezellulose, im Endosperm enthalten sind, entfalten sich die Kotyledonen bei der Keimung nicht, sondern dienen als Saugapparate. Von ihnen ausgeschiedene Fermente bringen in diesem Falle die Nährstoffe in lösliche Form, und diese werden dann von dem als Saugorgan funktionierenden Keimblatt aufgenommen und der jungen Pflanze zugeführt. In den meisten Fällen aber gelangen die Keimblätter bei der Keimung an das Tageslicht, färben sich durch Entwickelung von Chlorophyll grün und übernehmen die Funktion der Ernährung des jungen Pflänzchens durch Assimilation der atmosphärischen Kohlensäure.

Man hat versucht, die Form und Beschaffenheit der Keimblätter zur Erkennung der Stammesgeschichte, also phylogenetisch, zu verwerten, in der Annahme, sie repräsentierten gewissermaßen ein Jugendstadium des Stammes und müßten demnach dem biogenetischen Grundgesetz zufolge offenbaren, wie in früheren Zeiten die Blätter ihrer Stammpflanzen ausgesehen hätten. Diese Hypothese hat sich aber nicht bewährt. Gewisse Fälle geben zwar der Vermutung Raum, daß jene Annahme richtig sei, meist aber wird die Form der Keimblätter vorwiegend durch ihre Lagerung in der Samenschale sowie durch ihre Funktion bestimmt, so daß von einer Aufbewahrung eines archaïschen Typus bei ihnen im allgemeinen jedenfalls nicht die Rede sein kann.

Der vom Nuzellus umgebene Embryosack samt den Integumenten wächst allmählich zum Samen aus. Der Same, gemeinsam mit dem Pollenschlauch das charakteristischste Merkmal dieser Abteilung des Pflanzenreiches, entspricht also dem von Hüllen umgebenen Makrosporangium der Archegonienpflanzen, das eine Makrospore nebst deren Prothallium, Archegonium und Embryo umschließt.

Schon äußerlich unterscheiden sich die Samen von den Samenanlagen, aus denen sie hervorgegangen sind, durch das Vorhandensein von Samenschalen, Hüllgebilden, die einerseits dem Zweck dienen, den Embryo gegen die Außenwelt zu schützen, anderseits aber oftmals gleichzeitig die Funktion haben, die Samen zu verbreiten. Gewöhnlich liefern die Integumente, die Hüllen des Nuzellus, das Hauptmaterial zur Bildung der Samenschalen, doch werden häufig auch die äußeren Schichten des Nuzellus selbst hierzu herangezogen. Meist kann man eine innere Samenschale oder Tegmen und eine äußere Samenschale

oder Testa unterscheiden. Die letztere ist außen entweder glatt oder mit allerlei stachel-, kamm-, leisten- oder warzenförmigen Verdickungen besetzt (Abb. 77, N, U, V); häufig finden sich auch geflügelte Samen (Abb. 77, X—Z), noch häufiger tragen die Samen Borsten oder kurze bis lange Haare, entweder ringsherum zerstreut (Abb. 77, M 1) oder an der Spitze. Diese Haare sind entweder einfach oder aber verzweigt, ja sogar fallschirmartig angeordnete Haare sind nicht selten (Abb. 77, W). Zuweilen verschleimen auch die Oberhautzellen der Samen, was gleichfalls zu ihrer Befestigung an den Verbreitungsmitteln oder im Erdboden beiträgt. Manche Samen haben eine fleischige Außenschicht, die als Lockmittel für Tiere dient und von diesen verspeist wird; wenn sie nur als lokaler Auswuchs, gewöhnlich in der Nähe der Mikropyle, auftritt, bezeichnet man sie als Karunkula (Abb. 77, V 1). Andere Samen entwickeln für den gleichen Zweck vom Ovularträger (Funikulus) ausgehende akzessorische Gebilde, die den Samen meist mehr oder weniger umhüllen; ein solches Gebilde nennt man Samenmantel oder Arillus (Abb. 77, J 4, T 1).

Die Samenpflanzen werden häufig auch als Blütenpflanzen oder Anthophyta den blütenlosen niederen Pflanzenabteilungen gegenübergestellt, aber diese Unterscheidung ist nicht ganz durchgreifend. Eine Blüte im botanischen Sinne ist ein die Fortpflanzungsorgane tragender Sproß, dessen den Blättern entsprechende Anhangsorgane besondere, den Fortpflanzungszwecken dienende Modifikationen eingegangen sind, also nicht mehr ausschließlich der Ernährung (Kohlensäureassimilation) der Pflanze dienen. Nun finden sich auch unter den Archegonienpflanzen häufig Sprosse mit Sporangien tragenden Blättern, die ihren eigentlichen Charakter als Nahrungsorgane zugunsten des Schutzes oder der Ausbildung der Fortpflanzungsorgane ganz oder teilweise eingebüßt haben. So kann man z. B. die fertilen Sprosse der Schachtelhalme und der Selaginellen, der Ophioglossazeen und der Wasserfarne, ja sogar mancher gewöhnlichen Farne, wie Blechnum und Onoclea, sowie der Moose mit vollem Recht als Blüten bezeichnen, wie es auch oftmals geschieht. Ja die Blüten der meisten Gymnospermen weisen kaum Vervollkommnungen auf im Vergleich zu den Blüten der Schachtelhalme. Sie bestehen hier wie dort aus mehr oder weniger deutlich blattartigen, aber nicht mit Chlorophyll ausgestatteten Schuppen oder Geschlechtsblättern, die, dort Sporophylle, hier Fruchtblätter bzw. Staubblätter genannt, ohne irgendeine weitere Umhüllung die dort Sporangien, hier Samenanlagen bzw. Pollensäcke heißenden Fortpflanzungsorgane tragen. Freilich finden sich bei manchen höheren Gymnospermen, wie bei der Eibe, schon Ansätze zu einer aus umgewandelten Blättern bestehenden Blütenhülle, doch auch diese Erscheinung tritt bereits bei manchen niederen Pflanzen, z. B. bei den Selaginellen, auf.

Was wir im Volksmunde als Blüte bezeichnen, wird nicht sowohl durch das Vorhandensein spezialisierter Geschlechtsblätter als vielmehr durch die Erscheinung umgewandelter Hüllblätter bestimmt. Je dichter diese beieinander stehen, sei es in spiraliger, sei es in wirteliger Anordnung, und je weniger sie die grüne Blattfärbung zeigen, um so eher werden wir die Geschlechtsblätter einschließlich dieser Hülle als Blüten ansprechen. In diesem Sinne haben dann also die nacktsamigen Samenpflanzen größtenteils noch keine eigentlichen Blüten. Letztere werden deshalb auch im Volksmund gewöhnlich nicht als Blüten, sondern als Zapfen bezeichnet, aber das beruht weniger auf naturwissenschaftlicher Erkenntnis als vielmehr darauf, daß man bei ihnen die charakteristische Anordnung und Färbung der Blüten vermißt. Die männlichen, durch die gefärbten Antheren, wenn auch nur äußerlich, etwas an gewöhnliche Blüten erinnernden Kätzchen unserer Koniferen werden schon häufiger auch vom Volk als Blüten bezeichnet.

Der **botanische** Begriff einer Blütenpflanze umschließt also zwar alle Samenpflanzen, aber auch manche Archegonienpflanzen, während der **populäre** Begriff einer Blütenpflanze nicht einmal alle Samenpflanzen umfaßt.

Der früher für die Samenpflanzen gebräuchliche Ausdruck **Phanerogamen** oder **Offenblütige Pflanzen** im Gegensatz zu den **Kryptogamen** oder **Versteckblütigen Pflanzen** ist ganz zu verwerfen; denn bei den Spermophyten gibt es zahlreiche Fälle versteckten Blühens, während ein Schachtelhalm oder ein Bärlappgewächs genau so offenkundig blüht wie eine Zykadee oder eine Konifere. Übersetzt man aber die Namen wörtlich, in welchem Falle sie als Pflanzen mit offenkundigem und Pflanzen mit verstecktem Befruchtungsvorgang zu unterscheiden sind, so wäre eher das Umgekehrte richtig. Die Archegoniaten und die Thallophyten sind die Vertreter offener Befruchtung, während die Spermophyten eine versteckte Befruchtung aufweisen: die Namen müßten dann vertauscht werden. Es ist also am besten, man entwöhnt sich dieser Bezeichnungen.

Das Ergebnis unserer Ausführungen ist, kurz zusammengefaßt, folgendes: Trotz der großen äußeren Verschiedenheit, welche die Abteilung der Samenpflanzen gegenüber den unteren Abteilungen des Pflanzenreiches aufweist, lösen sich doch alle Differenzen bei näherer Betrachtung in Erscheinungen einer allmählichen Entwickelung auf. Je tiefer man durch sorgfältige Forschungen in die Struktur und die allmähliche Ausbildung der verschiedenen Teile des Pflanzenreiches eindringt, um so zwingender drängt sich die Überzeugung von der Einheit des Pflanzenreiches auf. Mag auch bei den untersten Abteilungen, vor allem bei den Schleimpflanzen, den Spaltpflanzen und den Geißelpflanzen, noch manche Unsicherheit über ihre gegenseitige Verwandtschaft bestehen, mag auch die Verwandtschaft der Pilze mit den Algen noch von manchem Forscher bestritten werden, die Einheitlichkeit der Archegonienpflanzen und ihr enger entwickelungsgeschichtlicher Zusammenhang mit den höheren Pflanzen können seit den denkwürdigen Forschungen Hofmeisters nicht mehr geleugnet werden. Seit jener Zeit haben sich ungezählte Arbeiten mit der Durchforschung dieses Spezialgebietes der Botanik befaßt, und die allmähliche Rückbildung des Generationswechsels der Archegonienpflanzen innerhalb der primitiveren Klassen der Samenpflanzen wurde immer mehr bestätigt, bis schließlich vor wenigen Jahren die Auffindung selbstbeweglicher Spermatozoïden bei den Zykadazeen und Ginkgogewächsen das bis dahin fehlende Zwischenglied in die Kette endgültig eingefügt hat.

Unterabteilung a:

Gymnospermae oder Nacktsamige Gewächse.

Das am meisten charakteristische Merkmal der wichtigen Gruppe der Gymnospermen ist schon in dem Namen ausgedrückt: die Samen sitzen frei auf dem Fruchtblatt und sind nicht wie bei den Angiospermae oder **Bedecktsamigen** in einem von den Fruchtblättern gebildeten Hohlraum eingeschlossen. Auch als Archispermae oder **Ursamenpflanzen** ward diese Unterabteilung bezeichnet, weil man annahm, daß ihre Mitglieder die zeitlich ersten aller Samenpflanzen seien, während jetzt die Samen-Farngewächse (S. 307) als die ersten Samenpflanzen angesehen werden. Im Gegensatz zu den Pteridophyten treten sie zwar in den ältesten Schichten des Paläozoikums, im Kambrium und Silur, noch nicht auf, wohl aber in dem darauffolgenden Devon, wenn auch noch spärlich. Die hierher gehörende und einen offenbar noch recht primitiven Zweig der Gymnospermen darstellende Familie der

Kordaïten erlangt dann in der Kohlenformation eine reiche Ausbildung, stirbt jedoch bereits am Ende des Paläozoïkums wieder aus. Aber auch andere Gymnospermen finden sich schon in der Kohlenperiode, so z. B. Cycadites, Pterophyllum, Dicranophyllum, Ginkgophyllum, Tylodendron usw., Gattungen, die teils zu den Zykadazeen, teils zu den Ginkgogewächsen gerechnet werden. Zweifellose Vertreter dieser beiden Klassen kommen sodann im Perm vor, daneben auch noch zahlreiche Gymnospermen unsicherer Stellung, z. B. die an die Araukarien erinnernde Walchia, die den Taxodien sich nähernde Voltzia und die wohl einem gänzlich ausgestorbenen Zweig der Koniferen zugehörende Ullmannia.

Die meisten dieser Formengruppen erlöschen schon am Ende des Paläozoïkums oder in den Triasschichten des Mesozoïkums, nur wenige, wie Voltzia und die zu den Ginkgogewächsen gerechnete Gattung Baiera, reichen bis in die Kreideschichten hinein. Dafür kommen in diesen zahlreiche andere Formen hinzu, so daß man das Mesozoïkum als die Periode der Nacktsamigen Gewächse ansehen kann, während das Paläozoïkum die Periode der Archegoniengewächse und das Känozoïkum die Periode der Bedecktsamigen Gewächse ist. Im Jura stehen noch Zykadazeen und Ginkgogewächse im Vordergrund und erleben hier offenbar ihre Blüteperiode, während die Koniferen hauptsächlich durch Araukariengewächse vertreten sind, daneben freilich auch schon Formen aufweisen, die, wie z. B. Piceoxylon in Spitzbergen, nach ihrer Holzstruktur Abietineen vermuten lassen. Außer ihnen tritt noch die merkwürdige Klasse der schon in der Mitte der Kreide wieder verschwindenden Bennettiten auf. In der Kreide erreichen die Koniferen dann ihre Blütezeit, und zwar finden sich hier schon zahlreiche jetzt existierende Gattungen, z. B. die zu den Araukariengewächsen gehörende Gattung Agathis, die zu den Taxodiengewächsen gehörende Sequoia, die Kupressinee Callitris sowie die Abietineengattungen Pinus, Abies, Cedrus.

Im Känozoïkum, der Tertiärzeit, vermindert sich die Bedeutung der Nacktsamigen Pflanzen schnell: schon in den ältesten Schichten dieser Periode überwiegen die Bedecktsamigen Pflanzen in erheblichem Maße. Diese Entwickelung setzt sich auch heute noch fort, und die niederen Klassen der Gymnospermen zeigen, soweit sie überhaupt noch existieren, alle Merkmale aussterbender Pflanzengruppen, so die nur noch in einer einzigen, durch den Menschen geschützten Art überlebenden Ginkgogewächse, so die im wesentlichen auf für andere Wettbewerber schwer zugängliche Zufluchtsorte in den warmen Gegenden beschränkten Zykadazeen und Gnetumartigen Gewächse. Von den Koniferen stellen die in der Tertiärzeit so hervorragenden Araukarien- und Taxodiengewächse nur noch in verschiedenen räumlich zersplitterten Formen ein schwaches Abbild ihres früheren Glanzes dar, die Eibenartigen Gewächse scheinen nur in der Gattung Podocarpus etwas Kraft bewahrt zu haben. Dagegen lassen die Kupressineen, namentlich in Gestalt der Wacholderarten, sowie die Abietineen, in den Formen von Fichte, Tanne, Lärche und besonders Kiefer, die Hoffnung auf eine, wenn auch beschränkte, weitere Ausbildung der Nacktsamigen Gewächse zu. Gegenwärtig zählen die Gymnospermen kaum 500 Arten, während es unter den Angiospermen zahlreiche Familien gibt, die allein je über 1000 Arten, einzelne sogar über 10000 Spezies, umfassen.

Auch die Verbreitung der Gymnospermen spiegelt deren alte, ereignisreiche Geschichte wider. Die Abietineen, deren verhältnismäßig junge Entwickelung immerhin, wie wir schon sahen, bis zur Kreidezeit zurückreicht, sind, wie ehemals, so auch heutigestags fast ausschließlich auf die nördliche Hemisphäre beschränkt. Die größte Verbreitung hat die artenreichste Gattung der Koniferen, die Kiefer, da sie nicht nur die nordischen Ebenen und Gebirge der Alten und der Neuen Welt bewohnt, sondern südlich tief in die Tropen hineinreicht, in Amerika über Mexiko hinaus nach Honduras und über Florida hinaus bis zu den

Großen Antillen, in Asien über den Himalaja hinaus längs der hinterindischen Gebirge bis Sumatra und über Formosa hinaus bis zu den Philippinen. Die übrigen Gattungen der Abietineen sind nach Süden nicht über die kühleren Gegenden des Himalaja und bis auf eine Tannenart nicht über die nordamerikanische gemäßigte Zone hinaus vorgedrungen, und im Himalaja selbst finden sich auch nur noch einzelne Vertreter der Gattungen Tanne, Fichte, Lärche, Zeder und Schierlingstanne. Während die Fichte doch wenigstens in gemäßigten Breitengraden und die Lärche im kühleren Norden sowie auf den höheren Gebirgen noch ausgedehnte Gebiete, die Tanne aber in einer Reihe von Arten speziell die Gebirge der gemäßigten Zone bewohnt, sind die übrigen Gattungen, die Zeder und die Schierlingstanne, in der Jetztzeit nur noch in wenigen weitversprengten Arten vertreten, und die Goldlärche (Pseudolarix) hat sich nur in einer einzigen Art in Ostasien erhalten.

Noch viel zersplitterter ist die Verbreitung der übrigen Gruppen, besonders der Taxodien, von deren acht lebenden Gattungen drei jetzt nur noch aus einer Art bestehen, während drei weitere wenigstens zwei Arten, eine Gattung drei und eine vier Arten umfassen. Am besten hat sich die Gruppe in Ostasien erhalten, wo fünf Gattungen vorkommen, darunter die schöne japanische Zeder. In Amerika finden sich noch zwei Gattungen, der Mammutbaum in Kalifornien, die Sumpfzypresse im östlichen und südlichen Nordamerika sowie in Mexiko; die letzte Gattung (Arthrotaxis) ist ausschließlich auf Tasmania und Victoria beschränkt: sie ist die einzige aus dieser Gruppe, die in der südlichen Hemisphäre heimisch ist.

Auch die Kupressineen sind der Hauptsache nach nordisch; nur die drei Gattungen umfassende Untergruppe der Aktinostrobineen ist im wesentlichen südlich, aber auch ihrerseits außerordentlich versprengt, indem Actinostrobus mit seiner einzigen Art Südwestaustralien, Fitzroya mit zwei Arten Patagonien bewohnt, während Callitris in Australien und Afrika heimisch ist. Von den übrigen beiden Untergruppen findet sich nur noch die Gattung Libocedrus auch südlich des Äquators; es ist eine Gattung mit höchst merkwürdiger zerstreuter Verbreitung, indem die acht Arten in Kalifornien, Chile, Neuseeland, Neukaledonien, Neuguinea und Ostasien leben, also im Umkreis eines hypothetischen früheren pazifischen Kontinents. Die Gattung Thujopsis ist ostasiatisch, Thuja und Chamaecyparis sind sowohl in Ostasien als auch in Nordamerika heimisch, während Cupressus außerdem noch Europa, Nordafrika und Vorderasien bewohnt, und Juniperus sogar nicht nur hier, sondern noch auf den afrikanischen Hochländern vorkommt.

Einen südlicheren Charakter zeigen die Taxazeen oder Eibenartigen Gewächse. Freilich hat die Eibe (Taxus) selbst ausschließlich nördliche Verbreitung, und Torreya ist nur in Ostasien und Nordamerika, Cephalotaxus nur in Ostasien verbreitet. Dagegen ist Saxegothaea patagonisch, Microcachrys und Pherosphaera tasmanisch. Dacrydium und Phyllocladus sind Bewohner des Bogens, der Tasmania und Neuseeland mit dem Malaiischen Archipel verbindet, während Podocarpus zwar dem Wesen nach eine ähnliche pazifische Verbreitung hat wie Libocedrus, jedoch im südlichen und östlichen Asien ebenso wie in Australien weitausgedehnte Strecken bewohnt und außerdem in Afrika vorkommt. Auch diese Gruppe enthält meist Gattungen mit wenigen Arten, im allgemeinen nur 1—4; eine Ausnahme machen nur Taxus mit 8, Dacrydium mit 16 und Podocarpus mit etwa 60 Arten.

Zum Schluß haben wir noch die jetzt nur aus zwei Gattungen bestehenden, früher so weitverbreiteten Araukarien zu betrachten. Die Kopal liefernde Gattung Agathis findet sich jetzt ausschließlich in dem Bogen, der sich von Neuseeland bis zur Malaiischen Halbinsel hinstreckt, sowie in Nordaustralien, während Araucaria auf dem gleichen Inselbogen

zwar nur bis Neuguinea geht, dafür aber noch versprengte letzte Glieder in Chile und Südbrasilien aufweist. Daß diese Gattung früher auch nordische Gegenden bewohnt hat, ist durch zahlreiche Funde bewiesen. Sowohl aus dem Jura und der Kreide als auch aus dem älteren Tertiär hat man Reste von Araukarien in Europa, sogar noch in England, gefunden, und auch die Gattung Agathis glaubt man im Eozän in Rußland sowie in der Kreide in Grönland festgestellt zu haben.

Alle diese Tatsachen weisen darauf hin, daß die meisten, früher weitverbreiteten Koniferen jetzt nur noch ein verhältnismäßig kümmerliches Leben fristen. Fast nirgends vermögen sie den sich gewaltig entwickelnden Angiospermen im Kampf ums Dasein dauernd standzuhalten. Einige Gattungen, wie Agathis und Araucaria sowie die zirkumpazifischen Vertreter der Kupressineen und Taxazeen, haben sich zwar noch hier und da, besonders auf Inseln oder isolierten Berggipfeln, erhalten können, andere, wie Callitris, Cupressus und Juniperus, sich durch ausgeprägte Anpassungen an Trockenheit eine Existenzmöglichkeit auch unter veränderten Verhältnissen geschaffen, aber nur unsere Nadelhölzer sind infolge ihrer eigenartigen Anpassung an nordisches bzw. kälteres Klima zu reicherer Entwickelung gelangt. Auch sie dürften im allgemeinen wohl gegenüber den großblätterigen Bäumen der Dikotyledonen den kürzeren ziehen, aber es gibt so viele Standorte, auf denen letztere wegen ihres zu großen Wasserbedarfes oder der von ihnen benötigten langen Vegetationszeit im Sommer nicht besonders gut gedeihen, daß für die Koniferen voraussichtlich auch in der Zukunft genügend Platz in der gemäßigten Zone bleiben wird.

Interessant ist die Tatsache, daß es nur außerordentlich wenigen Koniferen gelungen ist, sich durch Laubfall gegen die Unbill des Winters zu schützen. Die Lärche und die Goldlärche (Pseudolarix) sind die einzigen wirklich blattwerfenden Gattungen der Koniferen, außerdem hat die Gattung Taxodium die Eigentümlichkeit, nicht die einzelnen Blätter, sondern die ganzen blatttragenden Kurzsprosse im Herbst abzuwerfen. Wenn auch die anderen Nadelhölzer trotzdem lange und kalte Winter häufig gut überstehen, so liegt dies an den vorzüglichen Schutzeinrichtungen gegen Austrocknung, die sie in ihren Nadeln haben; denn bekanntlich besteht die Hauptgefahr des Winters für die Pflanzen weniger in der Kälte, an die sich das Protoplasma häufig anzupassen vermag, als in der durch die Kälte verminderten Wasserzufuhr seitens der Wurzeln. Großblätterige Pflanzen sind also gewöhnlich gezwungen, das Laub abzuwerfen, wenn die durch die Kälte verminderte Wasserzufuhr seitens der Wurzel nicht mehr imstande ist, die starke Wasserverdunstung der großen Laubflächen auszugleichen, während der Verdunstungsbedarf der Nadeln begreiflicherweise sehr gering ist. Je weniger blattförmig die Nadel ist, um so besser scheint die Pflanze für den Kampf ums Dasein ausgerüstet zu sein: die Eiben sind stark zurückgegangen, die Tannen haben nur noch hier und da größere Gebiete inne, meist haben sie schon letzte Zufluchtsorte eingenommen. Die Fichten aber und namentlich die an trockene bzw. felsige Gebiete angepaßten Kiefern sind noch in schöner Ausbildung begriffen, und es ist nicht unmöglich, daß gerade den Lärchen, den nördlichsten Vorposten der Nadelhölzer, im Gegensatz zu den immergrünen, auf den Aussterbeetat gesetzten Zedern dereinst eine reichere Entwickelung beschieden sein wird.

Zeigen die Koniferen teilweise noch ein reiches Leben, so sind die anderen Klassen der Gymnospermen, soweit sie sich erhalten haben, dem Aussterben schon ziemlich nahe. Die Cordaïtales und die Bennettitales sind längst, erstere schon im Perm, letztere in der Kreide, erloschen; von den bereits im Perm vorkommenden Ginkgoales hat sich nur eine einzige Art in Ostasien erhalten, die ihren Fortbestand offenbar ebenfalls der Fähigkeit verdankt, infolge

des Blattabwerfens in Gegenden, wo der Wettbewerb der Dikotylenbäume weniger schwer ist als in den Tropen, durchhalten zu können. Die Gnetales bestehen nur noch in drei voneinander äußerst verschiedenen Formen, die Gattungen Tumboa (Welwitschia) und Ephedra infolge ihrer äußerst starken Anpassung an Trockenheit, die Gattung Gnetum wohl im allgemeinen wegen ihrer Anpassung an die Lebensweise der Lianen, jedoch auch in einzelnen aufrechten Arten in insularen Gebieten mit geringerem Wettbewerb.

Auch die neun Gattungen umfassenden Cycadales haben sich teilweise in abgelegenen Gegenden ohne großen Wettbewerb erhalten, z. B. Bowenia in den Wäldern von Queensland, Stangeria in Natal, verschiedene Arten der Gattung Cycas auf den Inseln Südostasiens sowie im nördlichen Australien. Die meisten Gattungen, z. B. Zamia und Dioon in Mexiko, Macrozamia in Australien, Encephalartos in Afrika sowie die küstenliebenden Arten von Cycas in Indien und Madagaskar, verdanken ihre Existenz wohl den besonderen Anpassungen gegen Trockenheit. Daß die jetzt lebenden Vertreter dieser Klasse aus der Vergangenheit erhaltene Reste, sogenannte Reliktformen, sind, zeigt schon die enge Verbreitungssphäre der einzelnen Arten; mit wenigen Ausnahmen sind sie sogar in ihrem jetzigen Wohnort an bestimmte Lokalitäten gebunden und treten auch dort nur selten in Menge auf.

Die primitiveren Verhältnisse zeigen sich auch im vegetativen Bau. Namentlich die Cycadales erinnern noch in vieler Hinsicht an die Archegonienpflanzen. Schon in ihrer Tracht haben sie etwas Abnormes, und selbst dem Laien offenbaren sie sich in ihrem halb den Palmen, halb den Baumfarnen ähnelnden Aussehen als Überbleibsel früherer Zeiten, die in unser jetziges Landschaftsbild nicht mehr so recht hineinpassen. Sie haben meist plumpe, langsam wachsende und selten hohe Stämme, die sich nur in Ausnahmefällen verzweigen und wie die Baumfarne von den Blattnarben oder den stehenbleibenden Blattstielbasen getäfelt erscheinen. Auch die riesigen gefiederten Blätter erinnern noch an Farnblätter, zumal sie in vielen Fällen wie jene im Knospenzustand eingerollt sind; wie bei zahlreichen Farnen können sich auch bei ihnen Brutknospen auf den Blättern und besonders an den Blattstielbasen entwickeln. Ebenso erinnert die Nervatur der Zykadazeenblätter mit ihren parallelen oder gegabelten, aber durch keine Verbindungen oder Anastomosen miteinander vereinigten Nerven noch stark an die Farne, während sich Ähnliches schon bei den höheren Koniferen nur noch selten, bei den Angiospermen gar nicht mehr findet. Auch der Bau des Holzes ist sehr einfach. Das nachträglich entwickelte Sekundärholz enthält nur lange Tracheiden, dagegen keine Gefäße, und die Gefäße des primären Holzes weisen mehr oder minder leiterförmige Durchbrechungen durch breite, mit Höfen versehene Tüpfel auf und erinnern hierdurch an die Archegonienpflanzen.

Die Koniferen sind allerdings schon erheblich weiter fortgeschritten, aber auch ihre vegetativen Organe sind noch verhältnismäßig einfach. Sie erreichen zwar häufig eine sehr bedeutende Höhe, und die Mammutbäume gehören zu den höchsten Bäumen der Welt, aber der Bau ist doch sehr einfach, indem die Hauptachse im Vergleich zu den Seitenachsen ungemein gefördert erscheint; erst wenn die Hauptachse abstirbt, tritt in ähnlicher Weise eine andere Achse an ihre Stelle. Überhaupt ist die Verzweigung nicht so reich wie bei den höheren Pflanzen, und durchaus nicht jedes Blatt hat eine Achselknospe. Von den gewöhnlich unregelmäßig verästelten Dikotylenbäumen unterscheiden sich die Koniferen meist durch ihre gleichmäßig pyramidale Gestalt. Sie ist eine Folge der fast wirtelförmigen Anordnung der Seitenzweige, die sich zuweilen sogar an den Verästelungen der Seitenzweige wiederholt. Am deutlichsten ist diese strahlig-symmetrische Bildung bei der jetzt so häufig

unter dem ganz falschen Namen „Edeltanne“ als Zimmerpflanze kultivierten Norfolk-Araukarie (Araucaria excelsa) ausgeprägt.

Vom ästhetischen Standpunkt läßt sich wohl kaum etwas Schöneres denken als ein Wald solcher harmonisch gestalteter, nach allen Richtungen hin gleichmäßig entwickelter Araukarien, aber im rauhen Kampf ums Dasein können diese den mit vielen Zweigen rücksichtslos in die Höhe strebenden, jeden Vorteil ausnutzenden dikotylen Laubbäumen nicht widerstehen, soweit sie nicht durch die insulare Lage ihres Wohnortes oder durch besondere Anpassungen, wie z. B. bei der südbrasilischen Art, einen besonderen Schutz genießen. Zu einer Zeit, wo ihre Mitbewerber in Schuppenbäumen, Sigillarien und schachtelhalmähnlichen Kalamiten bestanden, konnten solche Formen leicht den Sieg davontragen. Jetzt

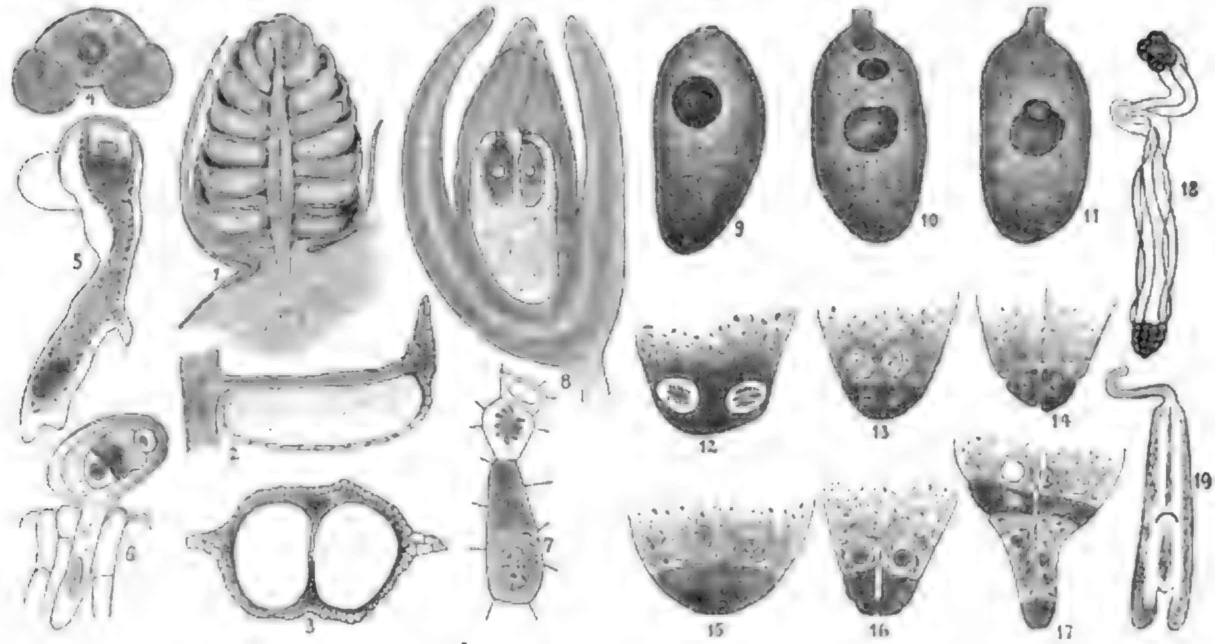


Abb. 78: Befruchtung und Keimbildung bei den Koniferen.

1) Männlicher Geschlechtssproß von Pinus montana, im Längsschnitt; 2), 3) Längs- und Querschnitt durch ein Staubblatt; 4) Pollenkorn mit Luftsäcken von Pinus silvestris; 5) keimendes Pollenkorn von Pinus laricio mit der sterilen und der spermatogenen Zelle sowie dem Pollenschlauchkern; 6) dasselbe von Larix europaea, etwas weiter entwickelt, mit vegetativer, steriler und zwei generativen Zellen sowie Pollenschlauchkern; 7) Embryosackmutterzelle von Pinus laricio, nach Teilung in vier Zellen, von denen aber nur die untere sich zu einem Embryosack (Makrospore) entwickelt; 8) Befruchtungsvorgang bei Picea excelsa, Embryosack mit zwei je eine Eizelle enthaltenden Archegonien, in deren Hals der Pollenschlauch eindringt; 9–11) Befruchtung der Eizellen von Picea excelsa durch Vereinigung des Spermakerns mit dem Eikern; 12–17) erste Anlage des Embryoträgers bei Picea excelsa; 18) erste Anlage des Embryos bei Pinus pumilio; 19) späterer Entwickelungszustand desselben.

sind sie dem Untergange verfallen und müssen den neuen, zwar weniger malerischen, aber besser für den Kampf ums Dasein ausgerüsteten Formen weichen.

Die einzelnen Sprosse sowie die Blätter zeigen freilich schon vielerlei Modifikationen. So tritt häufig eine Zweigestaltigkeit, ein sogenannter Dimorphismus, in Erscheinung: bei den Zweigen, indem Lang- und Kurzsprosse nebeneinander auftreten, bei den Blättern, indem schuppen- und nadelförmige Blätter an den gleichen Individuen vorkommen. Auch blattartige Verbreiterung der Zweige findet sich zuweilen, nämlich bei Phyllocladus, einer Gattung, die bilaterale Seitensprosse, sogenannte Kladodien, bildet. Diese übernehmen die Blattfunktion an Stelle der zu Schuppen umgeformten ursprünglichen Blätter.

Im allgemeinen aber ist die Struktur und Form der Blätter einfach. Sie sind meist ungestielt, dick, entweder klein oder schmal bis nadelförmig, stets einfach und ungezähnt und entweder von einem oder von mehreren einfachen, nicht miteinander verbundenen

Nerven durchzogen. Sie stehen entweder spiralig oder kreuzgegenständig (dekussat) oder in drei- bis fünfgliederigen Wirteln. Da die sie tragenden Blattkissen sich noch längere Zeit hindurch verbreitern, so erscheinen die Zweige oft gefeldert.

Im Wurzelsystem unterscheiden sich die Koniferen durchaus von den Archegonienpflanzen, indem sie eine monopodial-verzweigte, meist stark entwickelte Pfahlwurzel bilden. Im Vergleich zu den Angiospermen dagegen ist die Wurzelbildung primitiv, da hier nur zwei verschiedene Schichten von Teilungsgewebe vorhanden sind, welche die junge Wurzel erzeugen, nämlich das Periblem und der Plerom, während bei den ersteren noch zwei andere Schichten hinzutreten, nämlich das Dermatogen, das die Epidermis, und das Kalyptrogen, das die Wurzelhaube erzeugt.

Das Holz der Koniferen ähnelt zwar durch die echten Hoftüpfel, die Markstrahlen und vor allem durch das Dickenwachstum dem der höheren Pflanzen, und zwar vor allem dem der Dikotyledonen, aber Gefäße treten auch hier im sekundären Holze nicht auf. In dem Vegetationspunkt der jungen Zweige mancher Arten hat man sogar noch Scheitelzellen wie bei den Archegonienpflanzen gefunden.

Daß die Gnetazeen noch weiter fortgeschritten sind, beweisen die bei ihnen auch im sekundären Holz auftretenden Gefäßbündel sowie die gestielten und durch die Nervatur an die höheren Pflanzen erinnernden Blätter der Gattung Gnetum. Hier findet man auch viele schlingende Formen, wie solche freilich auch schon unter den Farnen auftreten, sowie eigenartige, unter den Lianen der Dikotyledonen häufige, aber auch bereits bei einigen Zykadazeen vorkommende Zuwachsringe, die darauf beruhen, daß die Holz und Bast bildende Kambiumschicht nach einer gewissen Zeit keine neuen Teilungsprodukte mehr erzeugt und dann durch neue, in der Rinde entstehende Kambiumschichten abgelöst wird.

Weit deutlicher als bei den vegetativen Organen tritt die Verwandtschaft der Gymnospermen mit den Archegonienpflanzen bei den Geschlechtsorganen zutage. Diese folgen ja im allgemeinen den durch die veränderte Umgebung geforderten Anpassungen nicht so schnell wie die mehr dem Kampf ums Dasein ausgesetzten Organe, die der Funktion der Ernährung dienen. Das meiste Altertümliche zeigen hier wie überall die embryonalen Entwickelungen, aber auch in den morphologischen Verhältnissen der Geschlechtsorgane selbst finden sich noch manche Anklänge an die Archegonienpflanzen.

Die Sproßnatur der Geschlechtsorgane ist noch recht gut erkennbar, und zwar sind die fertilen Blätter oder Sporophylle entweder spiralig oder wirtelförmig angeordnet. Sie sitzen gewöhnlich dichtgedrängt an der unverzweigten Achse und bilden auf diese Weise Geschlechtssprosse, die zuweilen denen der Schachtelhalme und Bärlappgewächse ähneln. Nur die Gnetazeen bilden in dieser Beziehung einen Übergang zu den höheren Pflanzen. Die Geschlechtssprosse der Gymnospermen, die manchmal auch als Blüten bezeichnet werden, sind stets eingeschlechtig, und zwar sitzen männliche und weibliche Blüten entweder an derselben Pflanze, so bei den meisten Koniferen, oder an zwei verschiedenen Pflanzen, so bei den Zykadazeen und der Mehrzahl der Gnetazeen. Nur in einzelnen Fällen sind die Geschlechtssprosse von kleinen schuppenförmigen Blättern umgeben; sie sind daher, als Blüten angesehen, fast immer nackt, d. h. sie entbehren der Blütenhülle. Zuweilen beschließen sie die Laubsprosse, so z. B. bei den Zykadazeen, wo sie sogar häufig von den Laubsprossen durchwachsen werden, gewöhnlich aber entspringen sie den Achsen von Blättern oder Schuppen. Meist stehen die Geschlechtssprosse einzeln, doch kommen namentlich bei den männlichen auch Vereinigungen von Geschlechtssprossen vor, also Blütenstände, die Ähren, Dolden, Trauben oder Rispen darstellen.

Die männlichen Geschlechtssprosse bestehen aus gewöhnlich schuppenförmigen fertilen Blättern, die hier meist Staubblätter genannt werden. Nur bei wenigen Gattungen, z. B. bei den Gnetazeen, manchen Eibengewächsen und beim Ginkgo, erlangen sie durch Verschmälerung der Spreite zu einem fadenförmigen Gebilde auch äußerlich den Charakter eines Staubgefäßes. Die den Mikrosporangien der Archegonienpflanzen homologen Pollensäcke sitzen häufig in Zweizahl, oft aber auch in weit größerer Zahl, bei den Zykadazeen sogar meist massenhaft (Abb. 81, A 2; Abb. 82, C 3) an ihrer Unterseite und haben, ähnlich den Sporangien der Archegonienpflanzen, an der äußeren, Exothezium

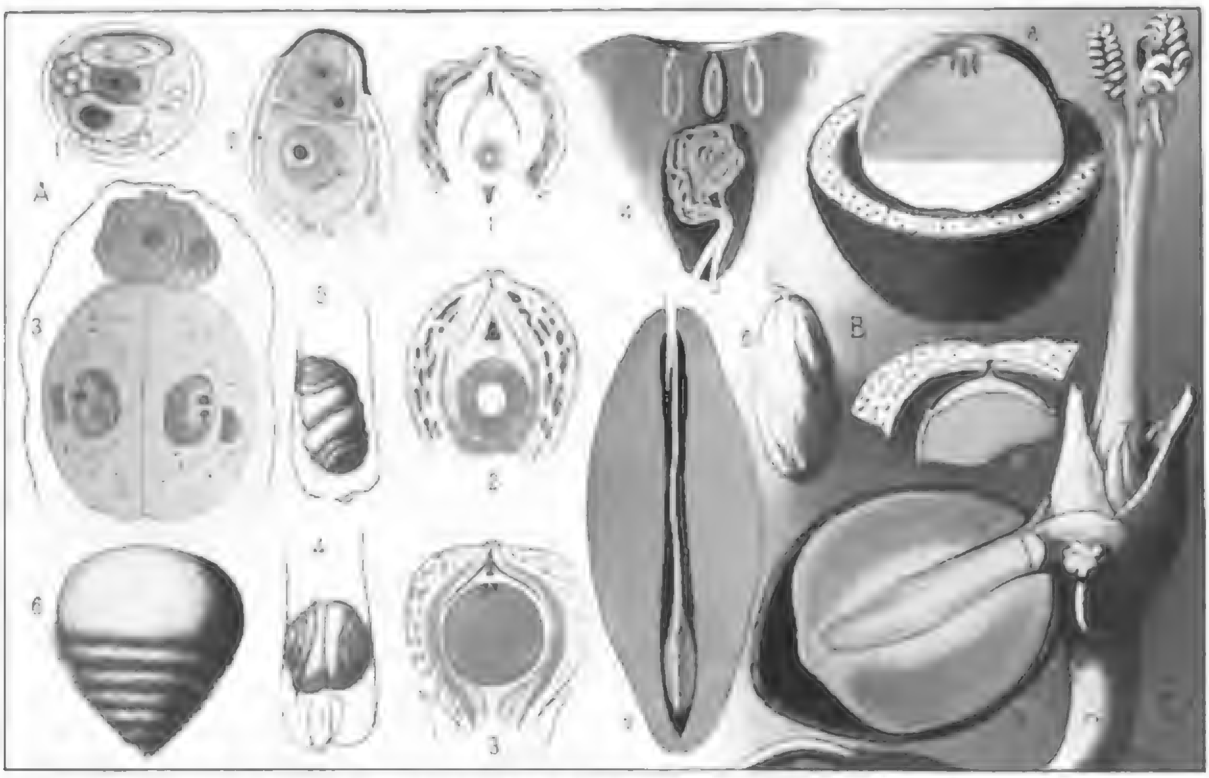


Abb. 79: Befruchtung und Keimbildung bei den Zykadazeen.

A) Zamia floridana: 1) Reifes Pollenkorn mit vegetativer u. spermatogener Zelle sowie Pollenschlauchkern; 2) keimendes Pollenkorn, unterer Teil, mit vegetativer, steriler und spermatogener Zelle; 3) dasselbe nach Teilung der spermatogenen Zelle in zwei generative Zellen mit Zilienbildung seitlich der Kerne; 4) dasselbe mit entwickelten Spermatozoiden; 5) dasselbe nach Eintritt der Zilienbewegung; 6) ausgebildetes Spermatozoid. B) Cycas Thouarsii: 1–3) Längsschnitt durch die Samenanlage, um die Entwickelung des Embryosackes (Makrospore) und des ihn schließlich ausfüllenden Prothalliums zu zeigen, das bei Fig. 3 oben zwei Archegonien erkennen läßt; 4) drei Archegonien und knäuelartige Embryoträger; 5) Längsschnitt durch den Samen mit jungem Embryo am Embryoträger; 6) weiter ausgebildeter Embryo; 7) Längsschnitt durch die Spitze der Frucht, um den kalottenförmigen Nuzellusscheitel zu zeigen; 8) Frucht halb im Längsschnitt, um die Archegonien unterhalb des Scheitels zu zeigen; 9) keimender Same.

genannten Wandung besondere Vorrichtungen zum Zwecke des Aufspringens (Abb. 78, 2 und 3). Die Gruppierung der Pollensäcke vieler Zykadazeen und auch der Araukariazeen erinnert noch etwas an die Sori der Farne. Die Pollenkörner (Mikrosporen) der Gymnospermen werden nur selten durch Insekten, vielmehr fast immer durch den Wind übertragen und haben hierfür häufig besondere Anpassungen, indem sie mit zwei Luftsäcken versehen sind (Abb. 78, 4), die als Flugorgane dienen.

Bei der Keimung bildet sich innerhalb der großen, später zum Pollenschlauch auswachsenden vegetativen Zelle und ihrer Wand anliegend ein ein- bis dreizelliges, dem Prothallium entsprechendes Gewebe, das aber bald bis auf die spermatogene Zelle zerquetscht wird. Diese teilt sich durch Zweiteilung in die Mutterzelle des Antheridiums und

eine sterile Zelle, die sich beide von der Wand ablösen und so innerhalb des Pollenschlauches zu liegen kommen (Abb. 78, 5). Aus der Antheridienmutterzelle entstehen bei den meisten Gymnospermen durch Teilung zwei generative oder männliche Geschlechtszellen (Abb. 78, 6), die ebenso wie die sterile Zelle durch Auflösung ihrer Zellhäute frei werden, um dann als Zellen ohne Zellulosehaut in den Pollenschlauch hinunterzuwandern.

Bei den Zykadazeen ist die Entwickelung ähnlich (Abb. 79, 1 und 2), jedoch entsteht hier in jeder der beiden generativen Zellen ein Spermatozoid (Abb. 79, 3), das sich von den übrigen Zellen loslöst (Abb. 79, 4 und 5) und durch Zilienbänder eine freie Bewegung erlangt (Abb. 79, 6). Auch der Ginkgo hat Spermatozoiden, die aber etwas anders gebaut sind, und deren Entwickelung durch Abb. 85, 16—20 erläutert wird.

Die weiblichen Geschlechtssprosse unterscheiden sich von den männlichen zwar meist durch ihre Form, aber gewöhnlich nicht durch ihre Anordnung. Sie stellen in der Regel einen von vielen dichtstehenden, spiralig eine Achse umgebenden Sporophyllen gebildeten sogenannten Zapfen dar. Häufig allerdings sind diese Sporophylle auch quirlig oder abwechselnd gegenständig angeordnet, so z. B. bei vielen Kupressineen. Zuweilen besteht der Geschlechtssproß nur aus ganz wenigen Sporophyllen, so bei den Wacholderarten und den Taxazeen, oder die Sporophylle verkümmern mehr oder weniger; beim Ginkgo z. B. stellen sie nur eine die Sporangien kragenartig umgebende Wucherung dar (Abb. 85, 6), die freilich bei pathologischen Bildungen zuweilen noch ihre Blattnatur verrät (Abb. 85, 11 und 12).

In der Regel tragen die weiblichen Sporophylle zwei den Makrosporangien der Archegonienpflanzen homologe Samenanlagen, deren gewöhnlich stark entwickelte Nuzelli meist von nur einem Integument (Abb. 80, A 1; Abb. 85, 13) umhüllt werden. Das in dem Nuzellus versteckte sporogene Gewebe verkümmert gewöhnlich bis auf eine einzige Zelle, die als Mutterzelle der Makrosporen eine Vierteilung eingeht. Aber nur eine der aus dieser Teilung entstandenen Zellen wächst zu einem Embryosack (Makrospore) aus (Abb. 78, 7: die unterste Zelle): beim weiteren Wachstum resorbiert sie erst die drei zuweilen noch etwas mitwachsenden Schwesterzellen (Abb. 80, B 1) und dann das gesamte sporogene Gewebe. Im Embryosack bildet sich bald durch Zellteilung Prothalliumgewebe, das schließlich den ganzen Embryosack erfüllt (Abb. 79, B 1—3) und am Scheitel mehrere Archegonien hervorbringt (Abb. 78, 8; Abb. 80, A 2). Diese Archegonien sind bei den Zykadazeen sogar schon mit bloßem Auge als kleine ovale Körperchen erkennbar (Abb. 79, B 8). Sie bestehen aus einer großen Eizelle und kleineren, den Hals bildenden Zellen (Abb. 78, 8); sogar eine kleine Bauchkanalzelle wird schließlich noch von der Eizelle abgeschieden (Abb. 78, 9). Das Prothallium füllt sich allmählich mit zur Ernährung des Keimlings bestimmten Reservestoffen und wird dann als Nährgewebe oder Endosperm bezeichnet.

Die Befruchtung geht in der Art vor sich, daß der Pollen durch den Wind oder zuweilen auch durch Insekten den Samenanlagen zugeführt wird und dort meist durch eine von dem lokal verquellenden Nuzellusscheitel gebildete Flüssigkeit aufgefangen und in den durch die Verquellung entstandenen Höhlungen, Pollenkammern genannt (Abb. 79, B 1—3; Abb. 85, 13 und 14), oberhalb des Embryosackes, und zwar in unmittelbarer Nähe der Archegonien, festgehalten wird. Hier keimt der Pollen, und der Pollenschlauch gelangt durch den Hals der Archegonien bis zur Eizelle. Die Spermakerne bzw. bei den Zykadazeen und Ginkgoazeen die Spermatozoiden dringen in die Eizelle ein, letztere, nachdem sie ihre Wimperbänder abgeworfen haben; einer von ihnen befruchtet den Eikern, indem er mit ihm verschmilzt (Abb. 78, 10 und 11).

Der jetzt als **Keimkern** bezeichnete Eikern beginnt sich hierauf zu teilen (Abb. 80, A 3), und auch die ihn einschließende Eizelle beteiligt sich an diesem Prozeß, der zur Bildung vielzelliger Keimanlagen führt. Je nach den Klassen, Familien und selbst Gattungen der Gymnospermen spielt sich dieser Zellteilungsvorgang, der die Bildung des Embryos einleitet, in verschiedener Weise ab, aber im allgemeinen verläuft er derart, daß mehrere Zelletagen entstehen (Abb. 78, 12—16), von denen eine sich streckt (Abb. 78, 17) und die anderen vor sich her in das nährstoffreiche Prothalliumgewebe des Embryosackes hineinschiebt. Dieses ganze Gebilde wird **Vorkeim** oder Proëmbryo genannt, seine langgestreckten, oft fadenförmigen Zellen heißen **Embryoträger** oder Suspensores (Abb. 78, 18; Abb. 79, B 4—6). Zuweilen lösen sich die einzelnen Zellreihen voneinander, so daß mehrere Keimanlagen mit Suspensoren entstehen (Abb. 80, A 4), von denen aber nur eine sich weiter entwickelt und zum eigentlichen **Keimling** oder **Embryo** wird.

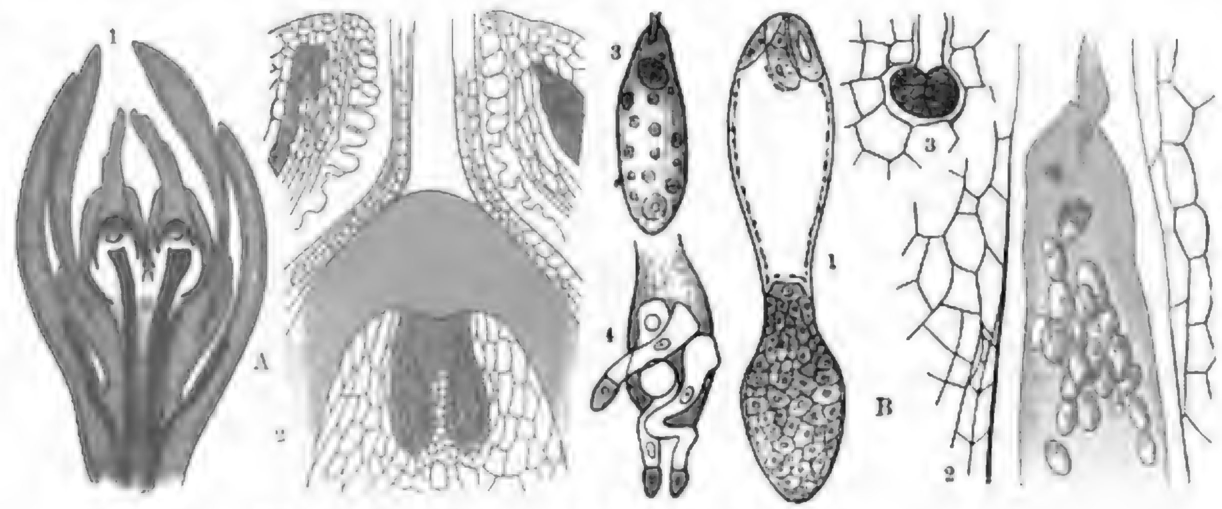


Abb. 80: Befruchtung und Keimbildung bei den Gnetazeen.

A) Ephedra altissima: 1) Zwei Samenanlagen von je einem Integument und zusammen von Hüllblättern umgeben, im Längsschnitt, vergrößert; 2) Längsschnitt durch die Spitze einer Samenanlage mit zwei Archegonien; 3) Eizelle nach der Befruchtung; 4) Bildung der Embryoträger.
B) 1) Gnetum gnemon, Embryosack (Makrospore), unten mit Prothalliumgewebe gefüllt, oben Archegonien und eindringender Pollenschlauch sichtbar; 2) Gnetum Rumphianum, Eizelle unmittelbar vor der Befruchtung des Eikerns durch den länglichen Spermakern; 3) Gnetum gnemon, erste Anlage des am Embryoträger sitzenden Embryos.

Bei Gnetum ist der Vorgang insofern abweichend, als im Embryosack ein Prothallium entweder überhaupt nicht gebildet wird oder nur dessen unteren Teil ausfüllt (Abb. 80, B 1), und als ferner im Plasma des Embryosackes zahlreiche locker verteilte Eikerne entstehen, von denen je zwei durch die eindringenden generativen Zellen je eines Pollenschlauches befruchtet werden (Abb. 80, B 2). Zur Entwickelung gelangt freilich auch hier immer nur ein Embryo (Abb. 80, B 3).

Die weitere Entwickelung des Keimes zeigt keine Besonderheiten: der Embryo besteht bei den Gymnospermen wie bei den Angiospermen aus dem hypokotylen Glied mit dem Würzelchen oder Radicula, aus der Vegetationsspitze oder Plumula und den Keimblättern oder Cotyledones. Letztere bilden häufig, z. B. bei den Zykadazeen (Abb. 79, B 5 und 6), eine miteinander verwachsene keulenförmige Masse, die sich später im wesentlichen als Saugorgan zur Resorption der im Endosperm aufgehäuften Nährstoffe weiterentwickelt (Abb. 79, B 9), oder sie sind schon früh voneinander getrennt und wenigstens als Lappen erkennbar (Abb. 78, 19). Oft werden auch bereits im Samen deutliche, häufig sogar schon chlorophyllgrüne Keimblätter, und zwar in wechselnder Anzahl, gewöhnlich aber mehr als zwei, angelegt.

Klasse 1:

Cycadales oder Palmfarnartige Gewächse.

Die Klasse der Zykadalen umfaßt nur die eine Familie der **Cycadaceae** oder **Palmfarngewächse** und ist von den noch heute existierenden Unterabteilungen der Gymnospermen zweifellos die primitivste. Wir haben schon gesehen, daß der Pollen hier noch zwei deutliche Spermatozoiden mit spiraligem Wimperband erzeugt, und daß auch noch gut ausgebildete, aus Kanal- und Halszellen bestehende Archegonien entwickelt werden.

Die Geschlechtsorgane sind im übrigen sehr einfach gebaut und werden von spiralig angeordneten Sporophyllen gebildet, die nicht von umgewandelten Hochblättern umgeben sind; von Blüten im eigentlichen Sinne kann man also noch nicht sprechen. Die weiblichen Sporophylle sind bei den meisten Gattungen zwar zu deutlichen Zapfen vereinigt, bei der der Familie den Namen gebenden Gattung Cycas dagegen sind sie noch getrennt und von ziemlich deutlicher Blattnatur (Abb. 81, A 4), obgleich sie freilich kein Chlorophyll mehr entwickeln; sie tragen bei Cycas auch häufig noch zahlreiche (meist vier bis acht) Samenanlagen oder Makrosporangien. Diese Sporophylle schließen zwar bei Cycas den Sproß ab, nach der Fruchtreife wächst dieser aber weiter und bildet wieder normale Blätter, hierauf abermals Sporophylle, und so fort, so daß hier eine Art wiederholter Durchwachsung des Geschlechtssprosses stattfindet, wie sie bei den Angiospermen nicht mehr vorkommt.

Bei den übrigen Gattungen dieser Familie sind die weiblichen Sporophylle schuppenförmig und werden nicht von der Sproßachse durchwachsen; auch tragen sie nur zwei Samenanlagen (Abb. 81, B 2, C 4; Abb. 82, C 5). Die Form dieser Schuppen ist verschieden: bald sind sie schildförmig, z. B. bei Encephalartos (Abb. 82, C 4 und 5), Zamia, Stangeria und Bowenia, bald zugespitzt, und zwar entweder kahl, bei Macrozamia (Abb. 81, D), oder zottig, bei Dioon (Abb. 81, B); Ceratozamia hat zweihörnige Schuppen (Abb. 81, C).

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen bei allen Gattungen aus terminalen, also die Sprosse beendenden, nicht durchwachsenen, von spiralig angeordneten schuppenförmigen Sporophyllen gebildeten Zapfen, die in den meisten Fällen schmäler sind als die weiblichen Zapfen und eine zylindrische Gestalt haben (Abb. 82, C 3); die Form der Schuppen ist gewöhnlich der der weiblichen Schuppen ähnlich. In der Regel sind die männlichen Sporophylle an der Unterseite von Pollensäcken (Mikrosporangien) dichtbedeckt (Abb. 81, A 2, B 1, C 2; Abb. 82, C 3), jedoch bemerkt man hier und da auch ein gruppenförmiges Zusammentreten der Pollensäcke (Abb. 81, A 3), was schon etwas an die Antherenbildung der höheren Pflanzen erinnert, noch mehr freilich an die Sori der Farne, wie denn überhaupt die Zykadazeen mehr Beziehungen zu den Farnen aufweisen als zu den anderen Archegonienpflanzen.

Die meisten Zykadazeen haben einen oberirdischen Stamm, der bald wie eine dicke Knolle aussieht, bald wie ein Palmschaft senkrecht in die Höhe strebt und häufig 4—8 m hoch ist, ja bei der australischen Cycas media sogar bis 20 m hoch werden soll. Die Dicke überschreitet selten ein halbes Meter, doch sind Stämme von über ein Meter Dicke bekannt. Das Holz ist nicht hart und besitzt breite, sich nachträglich noch dehnende Markstrahlen, die ebenso wie das Mark selbst viel Stärkemehl enthalten. Die Rinde wird, wie auch die Blattstiele, von Schleimgängen durchzogen, die für diese Familie sehr charakteristisch sind und bei Verwundungen große Mengen einer schleimig-gummösen Masse austreten lassen.

Im allgemeinen verzweigt sich der Stamm nicht, doch entstehen bei Cycas infolge von Verwundungen und Stürmen zuweilen Verzweigungen, und zwar durch Auswachsen von Seitenknospen. Diese haben ihren Ursprung gewöhnlich an der Basis in den Winkeln alter Blätter, jedoch kann man auch anderswo, sogar vom Holzteil aus, akzessorische, zur Vermehrung geeignete Knospen gewinnen. Bei der bekannten Cycas revoluta in Japan erzeugt man die Verzweigungen oft künstlich, da dort solche gärtnerische Monstrositäten hochgeschätzt werden.

Die Blätter sind gewöhnlich einfach gefiedert (Abb. 81, A 5) und bilden sogenannte Wedel, nur bei der australischen Bowenia spectabilis findet man gewaltige, mehrmals gefiederte Blätter mit breiten, dünnen, vielnervigen Abschnitten (Abb. 82, D). Im übrigen sind die Fiedern meist hart und lederig, ganzrandig oder gezähnt bzw. dornig, besonders bei Encephalartos (Abb. 82, C 1), bei der sie sich zuweilen sogar in mehrere spitz-dornige Zacken auflösen (Abb. 82, B). Bei Cycas sowie bei der in Natal vorkommenden Stangeria paradoxa werden die Fiedern von einem dicken Mittelnerv durchzogen, bei den anderen Gattungen von parallelen Nerven wie bei Palmen und Gräsern. Fiedernervig sind die Blattabschnitte nur bei der erwähnten Stangeria, die hierdurch ein so farnähnliches Aussehen erlangt, so daß man sie früher, als man ihre Geschlechtssprosse noch nicht kannte, als einen Farn der Gattung Lomaria beschrieben hat. Die Gattung Cycas hat in der Jugend eingerollte Blattfiedern wie die Farne, die meisten anderen Gattungen aber haben gerade Fiedern; bei einigen sind sie in der Jugend eingekrümmt oder scharf eingeschlagen.

Die Bestäubung wird allgemein nur durch den Wind bewirkt; der zur Zeit des Aufplatzens der Pollensäcke in großen Mengen frei werdende Pollen gelangt, obgleich er keine Luftsäcke hat, doch in genügender Anzahl an die weiblichen Zapfen und, da deren Schuppen zu dieser Zeit nicht eng aneinanderschließen, in die Spalten zwischen den einzelnen Schuppen sowie weiter bis an die zu jener Zeit offene Mikropyle, d. h. die kleine Öffnung oberhalb der Samenanlage, die von dem umhüllenden Integument frei gelassen ist. Hier wird der, wie wir oben schon sahen, mehrzellige Pollen (Abb. 79, A 1) durch einen Tropfen aufgefangen, der durch Verquellung der oberen Zellen des Nuzellus entstanden ist, und dann in die durch die Verquellung entstandene Höhlung im Scheitel des Nuzellus, die oberhalb der drei bis sechs Archegonien befindliche Pollenkammer, geleitet. Daselbst findet die oben (S. 325 f.) beschriebene Keimung des Pollens (Abb. 79, A 2), die Bildung der Spermatozoïden (Abb. 79, A 3—6) und schließlich die Befruchtung der Eizelle statt. Die Weiterentwickelung der befruchteten Eizelle zum Embryo (Abb. 79, B 4—6) ist schon oben geschildert worden.

Während bei den meisten höheren Pflanzen der Same bis zur vollen Entwickelung des Keimes an der Mutterpflanze verbleibt und von ihr ernährt wird, findet bei Cycas die Keimbildung am Samen erst nach dessen Abfallen statt. Auch in dieser größeren Selbständigkeit offenbart sich deutlich der Makrosporencharakter des Embryosackes. Die Grundbedingung ist natürlich, daß genügende Nährstoffe aufgespeichert sind, wofür ja durch das reichlich vorhandene Endosperm (Prothallium) hinreichend gesorgt ist. Bei den höheren Pflanzen übernimmt die Mutterpflanze die Sorge für den wachsenden Keimling und führt ihm erst allmählich die Nährstoffe und in Form des später gebildeten Endosperms die Reservevorräte für die Keimung zu. Bei Cycas hingegen bekommt, wie bei den Archegonienpflanzen, die Makrospore den gesamten Nährvorrat mit auf den Weg und muß dann allein für die Entwickelung des Keimlings und den Prozeß des Auskeimens Sorge tragen. Der Embryosack ist hier, wie wir sahen, schon vor der Befruchtung der Eizelle mit Endosperm gefüllt. Da die Bildung der meist ziemlich großen Keimpflanzen der Zykadazeen beträchtliches

Nährstoffmaterial erfordert, so sind die Embryosäcke (Makrosporen) bzw. die späteren Samen hier dementsprechend von der Größe einer Haselnuß bis zu der eines Gänseeies. Sie sind sehr stärkereich und enthalten außerdem zur Reifezeit einen länglichen, hauptsächlich aus den zwei mehr oder weniger zusammengewachsenen Keimblättern oder Kotyledonen bestehenden Keimling (Abb. 79, B 5). Diese Keimblätter entfalten sich bei der Keimung nicht, sondern bleiben größtenteils in dem Samen als Saugapparat, um das Nährgewebe des Samens in den Keimling überzuführen (Abb. 79, B 9). Die Samen selbst werden durch Tiere verbreitet; sie sind durch eine harte Schale (Testa) geschützt, haben aber außerhalb derselben



Abb. 81: Zykadazeen (Cycadaceae) I.

A) Cycas revoluta: 1) Schuppe des männlichen Zapfens, von außen; 2) von innen; 3) Teil desselben mit Pollensäcken, vergr.; 4) weibliches Sporophyll; 5) Spitze des Blattes. B) Dioon edule: 1) Männliches Sporophyll; 2) weibliches Sporophyll; 3) Same; 4) eine Blattfieder. C) Ceratozamia Miqueliana: 1) Spitze des männl. Zapfens; 2) Schuppe desselben; 3) weibl. Zapfen; 4) Schuppe desselben. D) Macrozamia spiralis: eine Schuppe des Zapfens.

als Lockmittel für Tiere eine fleischige oder saftige Hülle, die bei Cycas außen meist schön zinnoberrot gefärbt und daher von weither sichtbar ist.

Die schon in der oberen Steinkohlenperiode, z. B. mit der Gattung Pterophyllum, vorkommende und im Mesozoïkum, namentlich in der oberen Trias und im unteren Jura, so reichentwickelte und damals wohl über die ganze Erde verbreitete Klasse ist jetzt nur noch in einer Familie mit neun meist artenarmen Gattungen und noch nicht 100 Arten über die verschiedensten Teile der Welt zerstreut. Von allen Kontinenten beherbergt nur Europa keine einzige Art mehr, wenngleich zykasähnliche Arten noch in der Kreidezeit und zamiaähnliche Formen noch im mittleren Tertiär hier nachgewiesen sind. Der Eiszeit hätte auch jedenfalls keine Art widerstehen können, und den kalten Wintern Mittel- und Nordeuropas sind die Zykadazeen gleichfalls nicht angepaßt. Lediglich in dem sommerdürren Klima des Mittelmeergebietes halten sich manche australische und mexikanische Arten recht gut.



a) Malaiischer Palmfarn (Cycas Rumphii). Nach Photographie.



b) Kaffern-Brotpalmfarn (Encephalartos caffer). Nach Photographie.



c) Eßbarer Stiel-Eipalmfarn (Dioon edule). Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.

Am bekanntesten ist die Gattung Cycas oder Palmfarn, auch Farnpalme oder unechte Sagopalme genannt. Sie zählt etwa zwanzig zum Teil hochstämmige Arten, die größtenteils das südöstliche Asien, Nordostaustralien und das westliche Polynesien bewohnen.

Westlich reicht die Gattung bis nach Madagaskar und zu den Komoren, wo Cycas Thouarsii, der madagassische Palmfarn, vorkommt, nordöstlich bis Südjapan, wo Cycas revoluta, der japanische Palmfarn, die Nordgrenze findet, und südöstlich bis zu den Fidschiinseln, wo Cycas Seemanni, der Fidschi-Palmfarn, auftritt. In Neuguinea gibt es mehrere endemische Arten, in Siam ist die als Zierpflanze in Deutschland zuweilen kultivierte C. siamensis, der siamesische Palmfarn, heimisch, der sich durch zierliche schmalfiederige Blätter auszeichnet.

Im Malaiischen Archipel ist C. Rumphii, der malaiische Palmfarn (Taf. 15, A), eine sehr häufige Küstenpflanze; sie bildet zuweilen ganze Bestände und wird sehr hochstämmig. Die nahe verwandte C. circinalis, der indische Palmfarn, der seinen lateinischen Namen von den eingerollten jungen Blättern herleitet, ist in Vorderindien heimisch und gleichfalls hochstämmig. Von beiden Arten werden die noch unentwickelten Blätter als Gemüse verspeist, ferner wird das im Stamme reichlich vorhandene Stärkemehl zuweilen in derselben Weise wie das Mehl der Sagopalme gewonnen: daher der Name unechte Sagopalme; auch die nährstoffreichen Früchte dienen als Nahrung. Beide Palmfarne sind stattliche und beliebte Warmhauspflanzen, doch nehmen ihre gewaltigen, sich weit ausbreitenden, ziemlich grobgefiederten Wedel recht viel Platz ein.

Weit zierlicher ist C. revoluta, der japanische Palmfarn, dessen schmalfiederige Blätter (Abb. 81, A 5) die bei Beerdigungen auch in Deutschland so viel benutzten sogenannten Palmwedel liefern. In großen Massen werden die Blätter zu diesem Zweck ausgeführt, und nicht nur in Japan, sondern auch an der Riviera und in Deutschland, hier in Gewächshäusern, wird die Pflanze als Handelsobjekt kultiviert. Die rotgelb-wolligen weiblichen Sporophylle sind an dem verbreiterten oberen Teile von langen, schmalen Fortsätzen umsäumt (Abb. 81, A 4), während die anderen Arten der Gattung entweder ganzrandige oder kleingezähnte Sporophyllenden haben. Auf den japanischen Liukiuinseln ist C. revoluta überaus häufig, darf aber nicht ohne Erlaubnis der Regierung umgehauen werden, da die von Stärkemehl erfüllten Stämme für den dort leider nicht seltenen Fall, daß die Getreideernte durch die über die Inseln hinwegstreichenden Taifune vernichtet wird, wichtige Proviantmagazine darstellen.

Die Gattung Encephalartos oder Brotpalmfarn hat ihren Namen davon, daß sie in ihrem häufig knollenförmigen Stamm Stärkemehl (wörtlich: in ihrem Kopfe Brot, ἐν κεφαλῇ ἄρτος) trägt; sie ist mit etwas über einem Dutzend Arten durch Süd- und Zentralafrika verbreitet. Die Stämme sind selten hoch, meist aber sehr dick, die Blätter grob und breitgefiedert, gewöhnlich am Rande mehr oder weniger dornig (Abb. 82, B, C) und oft sehr groß, bei der südafrikanischen Art E. Altensteinii bis 3 m lang.

Am bekanntesten ist E. caffer, der Kaffern-Brotpalmfarn (Taf. 15, B), dessen stärkereiches Stammmark in Südafrika von den Eingeborenen zu dem sogenannten Kaffernbrot verarbeitet wird, das namentlich den Hottentotten nicht selten als Nahrung dient. Als Zierpflanzen kommen die Arten dieser Gattung wenig in Betracht, doch halten sie sich in Gewächshäusern gut. Eine den jetzt lebenden südafrikanischen Arten ähnliche Form ist aus dem mittleren Tertiär der griechischen Insel Euböa bekannt geworden, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Gattung in jenen Zeiten auch in Mitteleuropa gelebt hat.

Die beiden bisher besprochenen Gattungen sind auch durch das eigenartige Dickenwachstum der Stämme gekennzeichnet, indem das Kambium seine Tätigkeit früh einstellt und ein Rindenkambium dafür eintritt, ein Prozeß, der sich häufig wiederholen kann. Für Cycas sind außerdem knäuelige oder korallenartig verästelte Nebenwurzeln nahe der Oberfläche der Erde charakteristisch, welche Algenkolonien der Gattung Nostoc sowie Pilzmyzel beherbergen.

Was Cycas in Ostasien, Encephalartos in Afrika und wohl in früheren Zeiten in Europa, das ist die etwa 30 Arten umfassende und somit artenreichste Zykadazeengattung Zamia, der Stutzschuppen-Palmfarn, in Amerika. Nordamerika wird noch gerade von Z. angustifolia in Florida berührt; der Hauptsitz der Gattung ist Zentralamerika, jedoch beherbergen auch die Antillen und Südamerika eine Anzahl Arten.

Auf den Antillen wächst unter anderen die kleinste Zykadazee, Zamia pygmaea, der Zwerg-Stutzschuppen-Palmfarn, dessen Blätter, mit höchstens 5 cm langen Fiedern, nur 10—12 cm lang werden. Sehr auffallend ist das epiphytische Vorkommen einiger Arten in Peru und Panama, Z. pseudo-parasitica hat sogar ihren Namen daher, daß sie an Baumstämmen scheinbar parasitiert. Die Verwertung des Stärkemehles ist für diese nährstoffreichen und menschenarmen Gegenden nur von geringer Bedeutung.

Die kleine, nur sechs Arten umfassende Gattung Ceratozamia oder Hornschuppenpalmfarn bewohnt Mexiko und wird in mehreren Arten auch in den deutschen Gewächshäusern kultiviert.



Abb. 82: Zykadazeen (Cycadaceae) II.

A) Stangeria paradoxa: Blattfieder. B) Encephalartos Dournoniana: Blattfieder. C) Encephalartos Hildebrandtii: 1) Blatt; 2) männlicher Zapfen; 3) Schuppe desselben; 4) weiblicher Zapfen; 5) Schuppe desselben; 6) keimender Same, im Längsschnitt. D) Bowenia spectabilis: Blattfieder.

Am längsten bekannt ist C. mexicana, der mexikanische Hornschuppenpalmfarn. C. Miqueliana, Miquels Hornschuppenpalmfarn (Abb. 81, C), hat breitere, am Gipfel schief zugespitzte Fiedern. Sie sind bei dieser Gattung fast stets ganzrandig, während sie bei Zamia meist gezähnt sind. Der Gattungsname deutet auf die hornartigen Fortsätze der Fruchtschuppen, die den abgestutzten Schuppen der Gattung Zamia fehlen.

Die australische Gattung Macrozamia oder Spitzschuppenpalmfarn enthält etwa fünfzehn zum Teil hochstämmige Arten des östlichen Australiens, die sich durch ihre zugespitzten, im übrigen schuppenförmigen Geschlechtsblätter (Abb. 81, D) kennzeichnen.

Eine der schönsten und gleichzeitig mächtigsten Arten ist die auch als Lepidozamia Peroffskyana in den Gewächshäusern bekannte M. Denisonii, deren 6 m hoher Stamm von zahlreichen bis 3 m langen

Wedeln gekrönt wird; die Zapfen beiderlei Geschlechts erreichen die stattliche Größe von 60—70 cm. Auffallend ist M. heteromera durch die häufig auftretende Gabelung der Fiedern, M. corallipes, eine kleine, knollenförmige Art aus Neusüdwales, durch die korallenrote Basis ihrer Fiedern. Die häufig kultivierte M. spiralis verdankt ihren Namen der oft im Gewächshaus auftretenden Spiraldrehung der Wedelachse (Rhachis). Auch diese in ihrer Heimat Neusüdwales nicht selten gesellig auftretende Art gilt als Stärke-(Arrowroot-) Lieferant, dürfte aber jetzt nach dem Aussterben der auf Buschprodukte angewiesenen Urbevölkerung kaum noch als solcher in Betracht kommen.

Die übrigen Gattungen bestehen nur aus einer oder zwei Arten. Bowenia spectabilis, der Doppelfiederpalmfarn, eine wegen ihrer riesigen, halb in der Erde verborgenen Knolle und der kolossalen, doppeltgefiederten Blätter merkwürdige Form (Abb. 82, D), ist eine wirkliche Urwaldpflanze, die ausschließlich in dem schmalen Waldgürtel Queenslands wächst.

Microcycas bewohnt mit nur einer wenig bekannten Art die Antilleninsel Kuba. Stangeria paradoxa, der Fiedernervpalmfarn, die schon erwähnte eigenartige Natalpflanze mit farnähnlichen Blattfiedern (Abb. 82, A), sowie die zwei mexikanischen Arten der Gattung Dioon oder Stieleipalmfarn werden auch in Deutschland in den Gewächshäusern kultiviert.

D. edule, der eßbare Stieleipalmfarn (Taf. 15, C), hat seinen Artnamen daher, daß die großen Samen ein vortreffliches, Arrowroot ersetzendes Stärkemehl enthalten. Auch die ganzen Fruchtstände sollen eßbar sein. Diese Art hat dornspitzige, die andere Art, D. spinulosum, der dornige Stieleipalmfarn, dornzähnige Fiedern, die bei beiden an der Rhachis herablaufen. Eigenartig sind die herabhängenden fleischigen Stiele, auf denen die Samenanlagen sitzen (Abb. 81, B). Es sind mittelgroße Pflanzen, die aber doch einen bis über ein Meter hohen Stamm entwickeln.

Klasse 2:

Bennettitales oder Bennettitenartige Gewächse.

Eine längst ausgestorbene Pflanzengruppe, haben die Bennettitales im Mesozoïkum weite Verbreitung gehabt; namentlich im Jura und in der unteren Kreide werden Vertreter von ihnen häufig gefunden, und zwar sowohl in Mittel- und Südeuropa als auch in Nordamerika.

Die einzige Familie, die der **Bennettitaceae** oder **Bennettiten**, vereinigt in sich Holzgewächse, deren Blätter noch nicht sicher bekannt sind. Möglicherweise gehören manche der als Zykadazeenblätter beschriebenen Fossilien jener Zeit zu dieser Gruppe. Die Stämme sind wie bei den Zykadazeen dicht von den Füßen der abgebrochenen Blätter bedeckt und enthalten einen starken, von zahlreichen Gummigängen durchzogenen Markkörper sowie einen dünnen Holzzylinder mit Sekundärzuwachs. Der Stamm verzweigt sich, doch sind die dicken Seitensprosse nur schwach ausgebildet.

Die weiblichen Geschlechtssprosse (Abb. 83, 2) treten zwischen den Blattfüßen hervor; die kurze, dicke Kolbenachse ist von lineal-lanzettlichen, dichtgedrängt stehenden und spiralig angeordneten Hochblättern besetzt und trägt an dem polsterförmigen Ende langgestielte Samenanlagen. Diese sind geradläufig, von zwei Hüllen (Integumenten) umgeben und entwickeln sich zu einem endospermlosen Samen, der einen Embryo mit zwei Kotyledonen enthält. Zwischen den Samenanlagen befinden sich an dem Kolbenende noch gestreckte Gebilde, welche die Samenanlagen überragen und sich dort verbreitern; diese gestielten Schuppen legen sich zu einer gefelderten Fläche derart aneinander, daß als Zugänge zu den Samenanlagen nur feine Lücken erkennbar sind.

Neuerdings hat man in Nordamerika hierher gehöriges vollständigeres Material bei einer Cycadeoïdea genannten Gattung gefunden. Danach sind die Mitglieder der Gruppe kleinere

zykadazeenartige, teilweise verzweigte Pflanzen mit wirtelförmig stehenden, farnartig gefiederten männlichen Sporophyllen, die an ihrer Basis schüsselförmig verwachsen sind und an Marattia erinnernde Mikrosporangien (Pollensäcke) tragen. Sie umschließen die weiblichen Zapfen und sind ihrerseits wieder von über 100 spiralig stehenden Perianthblättern umgeben.

Bei dieser Klasse erinnern also die vegetativen Charaktere an die Zykadazeen, während bei den männlichen Geschlechtsblättern Beziehungen zu den Farnen, bei den weiblichen



Abb. 83: Bennettiten (Bennettitaceae).

1) Cycadeoidea ingens: Geschlechtsspross mit männlichen Sporophyllen und weiblichem Zapfen, im Längsschnitt; 2) Bennettites Gibsonianus: weiblicher Zapfen, im Längsschnitt.

Anklänge an die Angiospermen unverkennbar sind. Man hält die Klasse für den Endpunkt eines Entwickelungsastes, der von den paläozoischen Cycadofilicales ausgegangen ist.

Klasse 3:

Cordaïtales oder Kordaïtenartige Gewächse.

Die Klasse der Cordaïtales ist gleichfalls längst ausgestorben, und zwar gehört sie nicht dem Mesozoikum, sondern noch dem Paläozoikum an. Schon in den unteren Schichten der Kohlenformation tritt sie auf, im produktiven Karbon findet sie sich reichlich; sie verschwindet aber bereits wieder im Perm.

Die einzige Familie dieser Klasse, die der **Cordaïtaceae** oder **Kordaïtazeen,** enthält mehrere Gattungen, die aber meist auf künstliche Merkmale hin gebildet worden sind. Es sind bis 30 m hohe, unregelmäßig verzweigte Holzpflanzen mit am Ende der Äste dicht

spiralig stehenden linealen, lanzettlichen, elliptischen oder spatelförmigen, meist parallelnervigen, lederigen Blättern, die an Größe sehr variieren; kennt man doch einerseits 2 cm, anderseits 1 m lange und bis 20 cm breite Blätter.

Die Geschlechtssprosse sind achselständige Ähren, die von spiralig angeordneten Hochblättern gebildet werden, zwischen denen bei den männlichen Sprossen zwei bis vier Staubblätter mit je drei bis vier aufrechten Pollensäcken, bei den weiblichen je eine eiförmige, kurz fadenförmig gestielte Samenanlage stehen. Die Samenanlagen sind von zwei Hüllen (Integumenten) umgeben, von denen die innere bei der Reife der zykadazeenartigen Samen hart, die äußere fleischig ist. Die Früchte (Trigonocarpus und andere) übertreffen oft sogar Eicheln an Größe.



Abb. 81: Cordaïtes, stark verkleinert.

Die Zugehörigkeit der Klasse zu den Gymnospermen ist sicher. Auch die an manche Nadelhölzer, wie Araukarien und Taxazeen, erinnernde Holzstruktur spricht dafür, außerdem fehlen, wie bei den Koniferen, die Gefäße im sekundären Holz. Andere Merkmale, namentlich das Mark, weisen dagegen mehr auf die Dikotyledonen hin. In der Rinde finden sich verholzte Faserstränge sowie auch häufig Sekretgänge. Die männlichen Prothallien sollen ein mehrzelliges Gewebe darstellen, also an Archegonienpflanzen erinnern.

Klasse 4:

Ginkgoales oder Ginkgoartige Gewächse.

Die im Mesozoikum ziemlich verbreitete Klasse der Ginkgoales besteht nur aus der Familie der **Ginkgoaceae** oder **Ginkgogewächse.** Sie wäre uns nur in kümmerlichen fossilen Resten bekannt, wie die Bennettitales und die Cordaïtales, hätte nicht ein glücklicher Zufall einen Vertreter dieser interessanten Gruppe durch alle Fährnisse der Tertiärzeit erhalten.

Zu den Ginkgoales gestellt wird auch die schon in der Kohlenzeit vorkommende Gattung Dicranophyllum wegen ihrer am Ende gabelspaltigen, die Zweige dicht bedeckenden Blätter. Gegen Ende des Paläozoikums, im Perm, finden sich aber jedenfalls schon echte ginkgoartige Gewächse, und zwar außer der Gattung Ginkgo (G. primigenia) noch die Gattung Baiera, die durch quirlig angeordnete Pollensäcke und wiederholt zweiteilige fächerförmige Blätter mit linealen Abschnitten gekennzeichnet ist und bis zur Kreidezeit auftritt. Noch schmälere, zuweilen borstenförmige Blattabschnitte, aber nur aus einem Pollensack bestehende Antheren hat die Gattung Czekanowskia, die zuerst im Trias (Rät) erscheint; damals kam die Gattung Ginkgo (G. antarctica) sogar in Australien vor. Im Jura scheint dann diese Gruppe ihre reichste Ausbildung erlebt zu haben: nicht weniger als zwölf Ginkgo-Arten sind allein im braunen Jura Europas und Asiens gefunden worden, und auch die Kreidezeit ist noch ziemlich reich an ginkgoartigen Formen. Bis zur Gegenwart hat sich nur die Gattung Ginkgo, der Fächerblattbaum, erhalten.

Die in den Achseln von Blättern oder Niederblättern stehenden Geschlechtssprosse tragen Sporophylle, die, wie manche Mißbildungen zeigen (Abb. 85, 11 und 12), bei beiden Geschlechtern zuweilen noch deutlichen Blattcharakter aufweisen. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtssprosse wachsen an verschiedenen Bäumen. Erstere sind lockere, kurzgestielte Kätzchen, deren Staubblätter zwei oder selten drei Pollensäcke sowie eine rudimentäre



Abb. 85: Ginkgo (Ginkgo biloba).

1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) Teil eines solchen, vergrößert; 3) Staubblätter mit je zwei Pollensäcken (Mikrosporangien); 4) Teil eines weiblichen Geschlechtssprosses; 5) derselbe, weiterentwickelt; 6) reifer weiblicher Geschlechtssproß; 7) Steinkern; 8) Frucht, im Längsschnitt; 9) im Querschnitt; 10) Keimpflanze; 11) und 12) Monstrositäten, die den blattartigen Charakter der weiblichen Sporophylle zeigen; 13) junge Samenanlage (Makrosporangium), im Längsschnitt, mit Integument, Mikropyle, Pollenkammer und Embryosack; 14) Durchschnitt durch die Pollenkammer mit drei mit ihrer Decke verwachsenen Pollenkörnern und zwei Archegonien; 15) Verwachsung des Pollenkorns mit dem Nuzellus; 16) festgewachsenes Pollenkorn nach Teilung der spermogenen Zelle; 17) dasselbe während der Bildung der zwei Spermatozoiden; 18) und 19) Bildung der Zilienspirale eines Spermatozoids; 20) ausgebildetes Spermatozoid. (Abb. 13–19 sind stark vergrößert.)

Endschuppe haben (Abb. 85, 1 und 2). Die weiblichen Geschlechtssprosse bestehen aus ein bis zwei an einem langen Stiel sitzenden, an der Basis von einem kragenförmigen Wulst umhüllten Samenanlagen (Abb. 85, 4 und 5), von denen sich aber gewöhnlich nur eine zur Frucht entwickelt. Die Bestäubung findet in Deutschland Mitte Mai statt, der Pollen bleibt aber einige Monate in der Pollenkammer (Abb. 85, 14), bis er die Spermatozoïden gebildet hat, welche die Befruchtung vornehmen. Die gelbe oder grünliche, $2^1/_2$—3 cm dicke, kugelige, in der äußeren Schicht fleischige, aber auch Harz enthaltende Frucht erinnert an kleine Mirabellen (Abb. 85, 6)

und umschließt einen zweikantigen, weißlichgelben, glatten Stein; im reifen Samen liegt, von ölreichem Endosperm umgeben, der längliche Keimling (Abb. 85, 8—10). Dieser zeigt, ähnlich wie manche fossile Arten, reichlicher zerschlitzte Blätter als die erwachsenen Exemplare.

Als Anklänge an die Archegonienpflanzen sind das Vorhandensein von Halszellen im Archegonium, das mehrzellige, im Pollenkorn sich bildende Prothallium und die Entwickelung zweier Spermatozoiden (Abb. 85, 16—20) anzusehen. Der Ginkgo stellt also einen primitiven, den Zykadazeen nahestehenden Typus der Gymnospermen dar. Er hat aber so viele Besonderheiten in bezug auf Form und Struktur der Blätter, Bildung der Geschlechtssprosse sowie bezüglich der schon oben (S. 326) geschilderten eigenartigen Verwachsung des keimenden Pollens mit dem Nuzellus (Abb. 85, 14—16), daß ihm jedenfalls eine ganz gesonderte Stellung unter den Gymnospermen eingeräumt werden muß.

Die einzige existierende Art dieser Gattung ist der zweilappige Fächerblattbaum, Ginkgo biloba, ein Baum, der früher allgemein als Salisburia adiantifolia bekannt war. Wild findet er sich noch im südlichen China, wo er sogar bestandbildend auftritt; durch die Kultur ist er über ganz Ostasien verbreitet worden. Er gilt als heilig und wird besonders in den Tempelhainen angepflanzt.

Die Frucht ist eßbar, riecht aber im überreifen Zustande stark nach Buttersäure. Sehr schmackhaft sind dagegen die Samen, namentlich wenn sie geröstet sind; sie bilden auf den ostasiatischen Märkten allgemein einen Handelsartikel. Das Holz findet in der Tischlerei Verwendung und wird vor allem als gutes Brettholz geschätzt.

Der berühmte deutsche Reisende und Arzt Engelbert Kämpfer, der eine holländische Gesandtschaft begleitete, lernte als erster Europäer den Baum Ende des 17. Jahrhunderts in Japan kennen. In Europa wurde der Ginkgo im Jahre 1754 eingeführt, und zwar zuerst nach England, von wo gegen Ende des 18. Jahrhunderts ein männliches Exemplar in den Botanischen Garten von Montpellier gelangte. Jetzt sieht man den Baum häufig in Parkanlagen, auch ist er natürlich wegen seiner systematischen Sonderstellung in allen botanischen Gärten zu finden. Man hat bereits eine Reihe von Formen gezüchtet, z. B. solche mit mehrfach gelappten Blättern (var. dissecta), solche mit großen Blättern (var. macrophylla) und solche mit gelbscheckigem Laub (var. variegata).

Der Ginkgo ist ein schöner, stattlicher, im Winter sein Laub abwerfender, bis 40 m hoher Baum des gemäßigten Ostasiens. Der gerade, ziemlich dicke Stamm ist von schwarzgrauer, rissiger Rinde umgeben und hat gefäßloses sekundäres Holz. Der seiner Anlage nach wie bei den Koniferen pyramidale Wuchs geht meist früh durch äußere Umstände verloren; der Baum erhält dann eine sparrige Krone und erinnert durch die langgestielten und daher im Winde beweglichen Blätter etwas an die Espe. Freilich haben die gelb- oder graugrünen, lederigen Blätter eine sehr merkwürdige, von der bei Koniferen und Zykadazeen üblichen durchaus abweichende Form: sie sind rhombisch bis trapezoidisch, an der Basis breit keilförmig, häufig in der Mitte tief eingeschnitten, besitzen radial von der Basis ausstrahlende Nerven und erinnern so an die Blätter des Frauenhaarfarns Adiantum capillus-Veneris; am Ende der Kurztriebe stehen sie gehäuft.

In der mittleren Tertiärzeit (Miozän) hatte der Ginkgo (G. adiantoides, eine vermutlich mit G. biloba identische Art) sehr weite Verbreitung, und zwar sind Reste einerseits aus Italien und Grönland, anderseits von der ostasiatischen Insel Sachalin bekannt. Im Westen wurde er wohl durch die Eiszeit zugrunde gerichtet, in Ostasien aber vermochte er sich durch eine Wanderung nach Süden zu erhalten.

Welche Gedanken dieser seltsame Baum bei unserem größten Dichter ausgelöst hat, erfährt man aus dem „Westöstlichen Diwan“ im Buche Suleika. Goethe sandte im Mai 1828 einen Ginkgozweig an Frau Marianne v. Willemer (Suleika) mit folgender Widmung:

Dieses Baums Blatt, der von Osten
Meinem Garten anvertraut,
Gibt geheimen Sinn zu kosten,
Wie's den Wissenden erbaut.

Ist es ein lebendig Wesen,
Das sich in sich selbst getrennt?
Sind es zwei, die sich erlesen,
Daß man sie als eines kennt?

Solche Fragen zu erwidern,
Fand ich wohl den rechten Sinn:
Fühlst du nicht in meinen Liedern,
Daß ich eins und doppelt bin?

Dem modernen Botaniker macht freilich die Doppelnatur des Ginkgoblattes weit weniger Kopfzerbrechen als die Zwitterstellung, die sich in dem Geschlechtsleben der Pflanze offenbart; finden sich doch in vergangenen geologischen Epochen alle Übergänge zu völlig gefingerten Blättern (z. B. G. sibirica, G. digitata), während andere Formen (z. B. G. reniformis) mehr nierenförmige Blätter aufweisen.

Klasse 5:

Coniferales oder Zapfenträger (Koniferen od. Nadelhölzer).

Die Koniferen, die in der Gegenwart bei weitem größte und wichtigste aller Abteilungen der Gymnospermen, sind durch meist schmale Blätter, sogenannte Nadeln, gekennzeichnet, wenngleich manche Gattungen, und zwar vor allem Agathis und Podocarpus, auch recht breite Blätter tragende Formen enthalten. Bis auf wenige Gattungen sind die Nadeln im Inneren mit Harzgängen versehen. Spermatozoïden kommen bei den Koniferen nicht mehr zur Entwickelung. Die Geschlechtssprosse sind eingeschlechtig, die männlichen bilden meist gedrungene Ähren, die weiblichen stellen gewöhnlich zapfenartige Gebilde holziger Struktur dar. Bisweilen stehen die Fruchtblätter einzeln oder zu wenigen beisammen, selten sind die Zapfen fleischig oder beerenartig. Blumenblätter sind nicht vorhanden, dagegen findet man die Geschlechtssprosse zuweilen an der Basis von Hochblättern umhüllt. Die stets geradläufigen Samenanlagen sind niemals von den Fruchtblättern eingeschlossen und immer nur von einem Integument umhüllt; sie haben einen von fettreichem Endosperm umgebenen geraden Keimling mit zwei bis fünfzehn nicht miteinander verwachsenen Keimblättern.

Die Koniferen sind sämtlich verzweigte und mit wenig Ausnahmen immergrüne Holzgewächse, die in ihrem Sekundärholz nur Tracheïden mit eigenartigen Hoftüpfeln, aber keine echten Gefäße entwickeln und infolgedessen ein sehr gleichmäßiges, technisch meist sehr gut verwendbares Holz haben. Die große Mehrzahl von ihnen enthält in der Rinde und häufig auch im Holz Sekretgänge, die neben Harz auch ätherische Öle hervorbringen.

Für den Menschen kommen die Koniferen demnach nicht nur als Holzlieferanten in Betracht, sondern sie sind auch als die Erzeuger von Harzen, Kopalen und Balsamen von großer Bedeutung. Manche Arten haben überdies eßbare Samen, die zuweilen, z. B. bei Araukarien und Pinien, wichtige Nahrungsmittel bilden.

In den eigentlichen Tropen treten die Koniferen an Zahl und Bedeutung zurück, während sie in der nördlichen gemäßigten Zone einen großen Teil der Waldbestände ausmachen und tief in die kalte Zone eindringen.

Familie 1: **Taxaceae** oder **Eibenartige Gewächse.**

Zu der Familie der Taxaceae oder Eibenartigen Gewächse rechnet man diejenigen Koniferen, die keine eigentlichen holzigen Zapfen bilden, deren Fruchtblätter vielmehr klein und schuppenartig bleiben und von den Samen meist weit überragt werden. Die Samen sind gewöhnlich von einem fleischigen Mantel umhüllt, der sich entweder aus der äußeren Schicht der Samenanlage entwickelt oder aus einer ringförmigen Wucherung an der Basis der Samenanlage entsteht, also eine Art Arillus darstellt.

Man unterscheidet drei Unterfamilien, von denen bei den Podocarpoïdeae und Phyllocladoïdeae jede Anthere nur zwei Pollensäcke trägt (Abb. 86, A 3, C 3, F 3), während die Antheren der Taxoïdeae aus drei bis acht Pollensäcken bestehen (Abb. 87, A 2 und 3, C 3).

Zu der Unterfamilie der **Phyllocladoïdeae** oder **Farneibengewächse** gehört Phyllocladus oder Farneibe als einzige Gattung; sie enthält sechs Arten, die Tasmania

und Neuseeland sowie die Gebirge des östlichen Monsungebietes bewohnen. Es sind ziemlich hohe Bäume mit eigenartig geformten, an Farne erinnernden, blattartigen Gebilden (Abb. 86, F 1), die man als Flachsprosse, d. h. blattartig verbreiterte Zweige, ansieht, während die wirklichen Blätter durch zahnförmige Schuppen vertreten werden, die an den Stengeln in spiraliger Anordnung, an den Flachsprossen zweizeilig sitzen.

Die männlichen Geschlechtssprosse bilden längliche Kätzchen (Abb. 86, F 2), die weiblichen kleine gestielte Büschelchen (Abb. 86, F 1), die auch häufig an den Flachsprossen selbst sitzen. Die kleinen, unscheinbaren Fruchtblätter (Abb. 86, F 6) enthalten nur je eine Samenanlage (Abb. 86, F 5); letztere ist von einer Wucherung umgeben (Abb. 86, F 7), die auswachsend schließlich die ganze Frucht umhüllt.

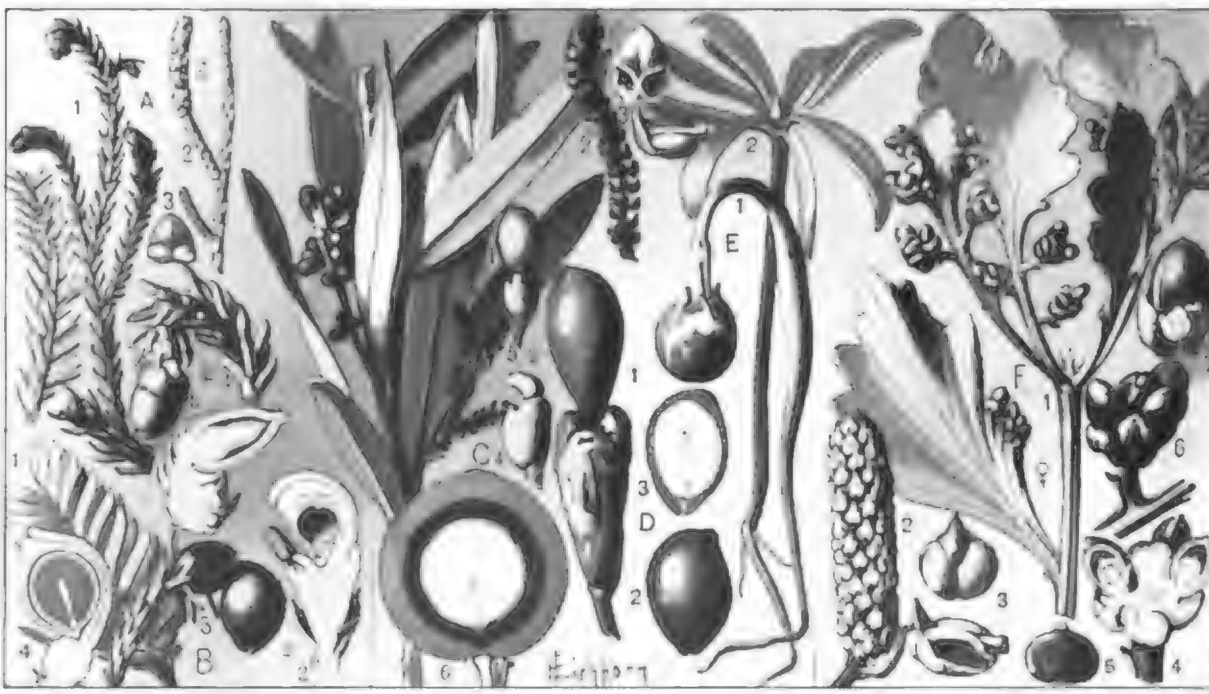


Abb. 86: Farn- und Stielfruchteibengewächse (Phyllocladoïdeae und Podocarpoïdeae).

A) Dacrydium cupressinum: 1) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 2) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 3) männliche Schuppe mit Pollensäcken, vergrößert; 4) Zweig mit Frucht; 5) Frucht im Längsschnitt. B) Podocarpus cupressina: 1) Blattsproß; 2) weiblicher Geschlechtssproß im Längsschnitt; 3) Fruchtsproß; 4) Frucht im Längsschnitt. C) Podocarpus polystachya: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männl. Geschlechtssproß; 3) Schuppe mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß; 5) junge Frucht; 6) reife Frucht im Längsschnitt. D) Podocarpus imbricata: 1) Fruchtsproß; 2) Frucht; 3) Frucht im Längsschnitt. E) Podocarpus amara: 1) Keimender Same; 2) Keimling. F) Phyllocladus trichomanoïdes var. glauca: 1) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß; 3) Schuppe mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß im Längsschnitt, vergrößert; 5) Samenanlage, vergr.; 6) junger Fruchtsproß; 7) Frucht.

Die beiden wichtigsten Arten sind Ph. rhomboïdalis oder Ph. asplenifolia, die rhombenblätterige Farneibe, in Tasmania, und Ph. trichomanoïdes, die haarfarnblätterige Farneibe (Abb. 86, F), in Neuseeland. Die ungefähr 23 Prozent Tannin enthaltende Rinde der letzteren wird unter dem Namen Toatoa-Rinde nach Europa ausgeführt. Auch liefert diese in Neuseeland als Tanekaha oder wegen der Form der Flachsprosse als Sellerie-Fichte bezeichnete Art gutes Bau- und Werkholz.

Daß die Gattung früher ein weiteres Wohngebiet gehabt hat, ist schon wegen ihrer heutigen geographischen Verbreitung höchst wahrscheinlich; ob freilich die Phyllocladites genannten Reste aus dem Tertiär von Spitzbergen hierher gehören, ist zweifelhaft.

Zu der Unterfamilie der **Podocarpoïdeae** oder **Stielfruchteibengewächse**, die sich übrigens auch durch die Flugblasen der Pollensäcke von den übrigen Taxazeen unterscheidet, gehören neben drei unwichtigen Gattungen aus antarktischen Gebieten, nämlich Saxegothaea

conspicua, einem patagonischen Baum mit flachen, unterseits weißgestreiften Nadeln, Microcachrys tetragona, einem kleinen, schuppenblätterigen Baum aus Tasmania, und Pherosphaera, zwei schuppenblätterigen Arten, gleichfalls aus Tasmania, noch zwei wichtigere Gattungen, Dacrydium und Podocarpus.

Dacrydium, die Schuppen- oder Träneneibe, ist in Tasmania und Neuseeland sowie auf einzelnen Gebirgen im Malaiischen Archipel einheimisch, hat also ziemlich die gleiche Verbreitung wie Phyllocladus. Ihre Mitglieder sind Bäume mit schuppigen oder kurz-nadelförmigen Blättern; häufig findet man beide Formen an den verschiedenartigen Sprossen derselben Pflanze (Abb. 86, A 1 und 2). Die männlichen Geschlechtssprosse sind zylindrisch-ährig (Abb. 86, A 2), die weiblichen bestehen aus ein bis zwei kaum von den Laubblättern verschiedenen Fruchtblättern, die je eine Samenanlage tragen. Der heranreifende Same wird von dem äußeren Integument zuerst napfförmig (Abb. 86, A 4), später zuweilen völlig (Abb. 86, A 5) umschlossen.

D. cupressinum in Neuseeland liefert Holz zu Haus- und Brückenbauten, Booten und Möbeln. Auch das harte Holz von D. Franklinii in Tasmania, der sogenannten Huonfichte, wird als dauerhaft und gut politurfähig gerühmt. Der stattliche, im westlichen malaiischen Gebiet zerstreut auftretende Gebirgsbaum D. elatum wurde von seinem Entdecker auf Sumatra, dem deutschen Arzt und Naturforscher Dr. Junghuhn, wegen seiner Tracht zuerst für ein baumförmiges Bärlappgewächs gehalten und Lycopodium arboreum genannt.

Weit verbreiteter ist die etwa 60 Arten umfassende Gattung Podocarpus oder Stielfruchteibe, die, wie wir schon oben sahen, im wesentlichen die Umgebung des Stillen Ozeans bewohnt, aber freilich bedeutend weiter ausgreift, in mehreren Arten z. B. auch in Südafrika und den tropisch-afrikanischen Gebirgen, Indien und Brasilien heimisch ist. Gewöhnlich sind die Blätter dieser Gattung schmal-lanzettlich mit einer deutlichen Mittelrippe (Abb. 86, C 1, E), doch kommen auch Arten mit schuppenförmigen oder kurznadeligen Blättern an den fertilen Trieben (Abb. 86, B 3) sowie mit linear-nadelförmigen, zweizeilig stehenden Blättern an den sterilen Kurztrieben (Abb. 86, B 1) vor, so z. B. bei der in den malaiischen Bergwäldern häufigen P. cupressina.

Während die männlichen Geschlechtssprosse dünne Ähren bilden (Abb. 86, C 2), bestehen die weiblichen aus wenigen, meist miteinander zu sogenannten Rezeptakeln verwachsenden, schließlich beerenartig-fleischig werdenden und sich dann blau oder rot färbenden Fruchtblättern (Abb. 86, B 2 und 3, C 4 und 5, D 2; daher der Name Podocarpus = Fußfrucht). Die Samenanlagen sind gegenläufig (Abb. 86, B 4) und werden von zwei Integumenten umhüllt, von denen das äußere bei der Reife fleischig und meist blau oder rot, das innere holzig wird (Abb. 86, C 6). Der runde oder ovale Same enthält einen in reichlichem Endosperm eingebetteten geraden Keimling (Abb. 86, C 6, D 3); die Keimung wird durch Abb. 86, E 1, veranschaulicht. Die Verbreitung der Samen geschieht durch Tiere, die durch die fleischige Hülle oder durch die Basis der Frucht angelockt werden.

Der Wuchs der Podocarpus-Arten ist sehr verschieden: während manche Arten strauchig sind und im tropischen Walde als Unterholz leben, sind die meisten baumförmig.

Die verhältnismäßig breitblätterige japanische P. nageia, in der Heimat Nagi genannt, ist ein 10 bis 20 m hoher, gutes Brennholz liefernder Baum mit 2 cm breiten Blättern. Mächtige Waldbäume sind der erwähnte wichtige malaiische Bergbaum P. cupressina, der Chomarabaum, und sein gleichfalls schuppenblätteriger Verwandter aus Neuseeland, P. dacrydioides, ein waldbildender, 60 m hoher Baum mit hängenden Zweigen. Auch die südafrikanischen und gleichzeitig auf den Gebirgen Zentralafrikas, z. B. am Kilimandjaro und Kenia sowie in Abessinien vorkommenden, oft den Hauptbestandteil der Wälder bildenden Arten, wie P. falcata und P. elongata, sind stattliche Bäume mit gutem Holz. Treffliches Bau- und Nutzholz

haben übrigens die meisten Arten dieser Gattung, so z. B. außer den genannten noch P. latifolia in Indien, P. Mannii in Westafrika, P. noriifolia auf den malaiischen Inseln, P. totara, ferruginea und spicata in Neuseeland, P. Lamberti in Brasilien, P. Thunbergii in Südafrika (als yellowwood bekannt) und andere mehr. Auch die Samen mancher Arten werden gegessen, z. B. in Chile die der P. andina.

Die Unterfamilie der **Taxoïdeae** oder **Eibengewächse** umfaßt die Eibe oder Taxus, die Kopfeibe oder Cephalotaxus und die Nußeibe oder Torreya. Die Gattungen sind sich äußerlich sehr ähnlich: alle tragen die scheinbar zweizeilig-kammförmig nebeneinanderstehenden breiten Nadeln der Eibe, nur sind diese bei der Kopfeibe etwas länger und



Abb. 87: Eibengewächse (Taxoïdeae,

A) Taxus baccata: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Pollensäcke, geschlossen und aufgesprungen, vergrößert; 4) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 5) Teil desselben im Längsschnitt, vergrößert; 6) Zweig mit Frucht; 7) Frucht mit durchschnittenem Arillus; 8) Frucht im Längsschnitt. B) Cephalotaxus drupacea: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männl. Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Pollensäcke, vergrößert. Cephalotaxus pedunculata: 4) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 5) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 6) Fruchtblatt mit zwei Samenanlagen, vergrößert; 7) Frucht von außen und im Längsschnitt. C) Torreya nucifera: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Pollensäcke; 4) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 5) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 6) Frucht im Längsschnitt; 7) Stück eines Querschnittes der Frucht.

häufig schwach sichelförmig. Die Geschlechtssprosse zeigen dagegen bedeutende Unterschiede. Die männlichen Geschlechtssprosse sind bei allen drei Arten von kleinen Schuppen umgeben, jedoch sind Anordnung und Form der Antheren verschieden (Abb. 87, A 1 und 2, B 1 und 2, C 1 und 2): diese bestehen bei Cephalotaxus aus zwei bis drei frei schwebenden Pollensäcken (Abb. 87, B 3), bei Torreya aus vier (Abb. 87, C 3) hängenden, bei Taxus (Abb. 87, A 2 und 3) aus fünf bis acht wiederum frei schwebenden Pollensäcken. Etwa zehn solcher Antheren sitzen an einer Säule und sehen, nachdem die Pollensäcke aufgeplatzt sind und den Pollen entlassen haben, wie kleine aufgespannte Regenschirme aus. Die weiblichen Geschlechtsblätter fehlen bei Taxus (Abb. 87, A 5) und Torreya, während Cephalotaxus deutliche Fruchtblätter hat, die zwei Samenanlagen umschließen (Abb. 87, B 6). Stellen hier die zahlreichen Geschlechtsblätter ein zapfenartiges, aber nicht verholzendes Gebilde

bar (Abb. 87, B 5), so bestehen die weiblichen Geschlechtssprosse bei Taxus aus einer einzigen, bei Torreya aus zwei Samenanlagen, die von zahlreichen (bei Taxus, Abb. 87, A 5) oder wenigen (bei Torreya, Abb. 87, C 5) Schuppen umschlossen sind. Die Befruchtung findet bei der Eibe derart statt, daß die Samenanlage an der Spitze einen Tropfen ausscheidet, der die Pollenkörner auffängt und durch allmähliches Verdunsten der Mikropyle zuführt. Sowohl bei der Eibe als auch bei der Nußeibe entwickelt sich nach der Befruchtung von dem Grunde des Integumentes aus eine Neubildung (Arillus), die den reifen Samen bei Torreya als fleischige, harzreiche Außenschicht beinahe vollständig umgibt, während sie bei der Eibe einen dicken, saftigen, zuerst grünen, später schön scharlachroten Becher darstellt, der den grünlichen Samen nicht ganz umhüllt (Abb. 87, A 7). Der Same selbst ist bei beiden Gattungen von einer aus dem Integument entstehenden Holzschicht umgeben, die bei Torreya sogar leistenartige Vorsprünge in den Samen hineinsendet, wodurch letzterer eine tief gefurchte Oberfläche erhält (Abb. 87, C 6 und 7). Cephalotaxus hat keinen Arillus, dafür bildet das Integument eine pflaumenartige Hülle um den Samen (Abb. 87, B 7). Die Samen selbst enthalten in allen Fällen Endosperm und einen geraden Keimling (Abb. 87, A 8).

Cephalotaxus, die Kopfeibe, wegen ihrer kopfförmigen, gestielten weiblichen Geschlechtssprosse so genannt, ist mit wenigen Arten in Ostasien sowie im nordöstlichen Indien heimisch, hat aber im Tertiär eine weitere Verbreitung gehabt, und zwar vermutlich von Spitzbergen über Alaska nach Nordgrönland. Auch aus der oberen Kreide sind in Grönland Abdrücke von Cephalotaxites insignis gefunden worden, die wohl hierher gehören.

Die ostasiatischen, einander sehr nahestehenden Arten C. drupacea, pedunculata (besser Harringtonii) und Fortunei sind kleinere Bäume von 10 m Höhe; die letzte Art erreicht angeblich sogar eine Höhe von 20 m. Gewöhnlich werden sie aber, wie die Eibe, in Strauchform kultiviert, besonders die wegen ihres vollen, säulenartigen Wuchses und der verhältnismäßig langen Nadeln beliebte C. Harringtonii, letztere auch in einer pyramidalen, nicht blühenden Form (var. fastigiata). Sie wächst freilich langsam und bedarf in exponierten Lagen eines Winterschutzes.

Torreya, die Nußeibe, die wegen ihrer harten Schale so genannt wird, findet sich in wenigen Arten in China (T. grandis) und Japan (T. nucifera) einerseits, in Kalifornien (T. californica) und Florida (T. taxifolia) anderseits. Schon dies deutet auf eine weite Verbreitung in früheren Zeiten, und in der Tat hat man in Grönland nahestehende Formen im Tertiär, ja sogar in der Kreide gefunden.

Torreya californica, die kalifornische Nußeibe, wird auch als wilde oder kalifornische Muskatnuß bezeichnet, da die Frucht der Form nach sowie durch die leistenförmigen Vorsprünge der Schale sehr an eine Muskatnuß erinnert; freilich hat sie kein Aroma, wenn man von dem Terpentingeruch des Arillus absieht. Ebendieses Geruches wegen wird sie auch als Stinkeibe bezeichnet, ein Name, der ebensowenig angebracht erscheint. Sie wächst als ein bis 20 m hoher, nicht eben häufiger Baum am Westabhange der Sierra Nevada. Das gelbweiße Holz der japanischen Nußeibe, T. nucifera, ist sehr dauerhaft, von angenehmem Duft und als Bauholz geschätzt.

Taxus, die Eibe, hat sich in weiter Verbreitung erhalten: in etwa acht einander sehr nahestehenden Arten oder Rassen bewohnt sie fast die gesamte nördliche gemäßigte Zone und dringt vom Himalaja aus sogar bis in die Tropen vor. Sowohl im Tertiär als auch im Mesozoikum sind zahlreiche anscheinend zu dieser Gattung gehörende Reste gefunden worden.

Am bekanntesten ist die gemeine Eibe, T. baccata, die nur noch selten wirklich bestandbildend auftritt, aber häufig als Unterholz in Wäldern erscheint, und zwar nicht nur in Europa, sondern auch in Algerien, Kleinasien und Nordsyrien, im Himalaja und in Ober-Birma sowie im nördlichen Asien bis zum Amurgebiet. In Nordwestdeutschland war sie schon in der Zwischeneiszeit heimisch.



a) Gemeine Eibe (Taxus baccata).
Nach Photographie von J. Hartmann in Dresden.



b) Dammar-Kopalfichte (Agathis dammara).
Nach Photographie des Verfassers.



c) Brasilische Araukarie (Araucaria brasiliana) in der Umgebung von Asunción. Nach Photographie.

Der Stamm (Taf. 16, a) wird bis zu 1 m dick; in Vorarlberg steht sogar im Brandner Tal eine 1000—1200 Jahre alte Eibe, die in Manneshöhe noch $1^1/_4$ m Durchmesser hat. Auch die große Lebensfähigkeit der Eibe wird durch dieses Exemplar erwiesen, denn obgleich der Baum fast ganz hohl, sein Gipfel längst von einem Blitzstrahl abgeschlagen, er auch neuerdings durch ein Gewitter schwer beschädigt worden ist, blüht und grünt er lustig weiter. Er hat sogar auf einem seiner unteren Äste einen senkrecht aufsteigenden Adventivstamm gebildet, der selbst schon wieder einen Durchmesser von $^1/_3$ m hat.

An älteren Bäumen löst sich die bräunlichgraue Borke plattenförmig vom Stamme ab, ähnlich wie bei den Platanen. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtssprosse entstehen an verschiedenen Bäumen, und zwar an der Unterseite der Zweige als Achselsprosse vorjähriger Nadeln; die weiblichen sind scheinbar endständig (Abb. 87, A 5), indem sie die Vegetationsspitze des Sprosses nach der Seite drängen.

Der Wuchs der Eiben erinnert an unregelmäßig gewachsene Zypressen; eine Gegend, in der viele Eiben stehen, ähnelt daher einem Friedhof. Der bis 15 m hohe Baum wächst außerordentlich langsam, hat dafür aber ein sehr langes Leben, ja man hat das Alter einer Eibe in Derbyshire sogar auf 2000 Jahre berechnet, und in der Grafschaft Surrey gibt es in der Abtei Fontaine eine Eibe, die schon im Jahre 1133 wegen ihres Alters berühmt war.

Laien verwechseln zuweilen die Eibe mit der Tanne; der Wuchs der Eibe ist aber so verschieden von dem der Tanne, daß eine Verwechselung eigentlich unmöglich sein sollte. Eher kann der Unkundige die abgeschnittenen Zweige verwechseln, aber die Nadeln der Eibe sind nicht nur weicher, etwas breiter und stachelspitzig, sondern es fehlen ihnen auch die für die der Edeltanne charakteristischen beiden weißen Streifen auf der Unterseite. Überdies haben die Blätter der Eibe keine Harzgänge in ihrem Mesophyll, was sie überhaupt von allen anderen Koniferenblättern unterscheidet. Die scharfen narkotischen Bestandteile der Blätter sollen das Verkalben von Kühen veranlassen, und bei Pferden wie bei Menschen sind gelegentlich Vergiftungsfälle mit tödlichem Ausgange festgestellt worden, während Hasen und Rehe das Eibenlaub begierig fressen und dadurch den Nachwuchs dezimieren. Früher waren die jungen beblätterten Sprosse der Eibe als „folia taxi" sogar offizinell.

Das Fruchtfleisch des roten Arillus galt ehedem mit Unrecht als giftig. Während der Mensch für den schleimigen Arillus wegen seines faden Geschmackes wenig Zuneigung verspürt, findet er bei Vögeln viele Liebhaber; sie sorgen so für die Verbreitung des Samens.

Die Jahresringe des Stammes sind sehr schmal. Das Holz, das bis auf den weißlichen Splint rötlichbraun gefärbt ist, ist hart, schwer und gleichmäßig; daher ist es für Schnitzereien und Drechslerarbeiten besonders geeignet, zumal es sich gut schwarz beizen läßt und so dem Ebenholz ähnlich wird. Die Schweizer und Tiroler Schnitzwaren bestehen großenteils aus Eibenholz. Früher galt das Holz auch als bestes zur Herstellung von Bogen und Armbrüsten.

Den Alten war die Eibe wohlbekannt, wenngleich sie sich jetzt in Griechenland nur noch in den höheren Gebirgen hier und da findet. Den Dichtern war sie der Baum der Unterwelt, offenbar wegen ihres düsteren, schwarzgrünen Laubes. Auch die Furien ließ man Fackeln aus Eibenholz schwingen, ebenso trug man zum Zeichen der Trauer Taxuskränze. Plinius und Dioskorides bezeichneten die Eibe, wohl wegen ihrer giftigen Eigenschaften, als Baum des Todes, dessen Ausdünstung während der Blütezeit tatsächlich den Tod bringen könne, namentlich wenn man unter einem Eibenbaum schlafe; sogar Weinbecher aus Taxusholz könnten tödlich wirken, wie man in Gallien beobachtet habe. Nach Plutarch werden Katzen durch den Rauch brennenden Eibenholzes getötet. Nach Strabo vergifteten die Gallier ihre Lanzenspitzen mit Eibensaft, und Cäsar erzählt, daß sich ein germanischer Häuptling mit Taxus ums Leben gebracht habe. Auch als Gegenmittel gegen Hexenzauber diente ein Stück Eibenholz, auf dem bloßen Körper getragen. Noch heute heißt es im Spessart: „Vor den Eiben kann kein böser Zauber bleiben".

Übrigens verehrten schon die Germanen den Baum als den Lieferanten ihres Bogenholzes, hatte doch selbst der Jagdgott Uller einen Bogen aus Eibenholz. Aus dem gleichen Grunde pflegte man später in der Nähe der Burgen Eiben zu pflanzen, die zum Teil noch heute dort zu finden sind.

Seit einigen Jahrhunderten ist die Eibe ein allgemein beliebtes und massenhaft angepflanztes Kulturgewächs. Sie ist nicht nur winterhart und dichtlaubig, sondern verzweigt sich auch schon von unten an, verträgt die Beschneidung gut, ist gegen Wind und Wetter wenig empfindlich und verlangt sogar Schatten, lauter Eigenschaften, die sie zu einer vorzüglich brauchbaren Hecken-, Lauben- und Füllpflanze machen. Dazu kommt, daß sie sich in zahlreichen Formen kultivieren läßt, solchen mit hängenden sowie umgekehrt mit steif-aufrechten Zweigen, ferner solchen mit gelben oder gelb gestreiften Blättern, deren junge Zweigknospen etwas an Blumen erinnern. Man kann den Eiben zypressenartigen Wuchs geben oder sie in Form von Kugeln, Pyramiden, Türmen, Vasen und allerhand Tiergestalten zurechtstutzen, Liebhabereien, die namentlich in der Rokokozeit gepflegt wurden und namentlich durch die zur Zeit Ludwigs XIV. von Lenôtre angelegten Gartenanlagen des Versailler Schlosses berühmt geworden sind.

Früher war die Eibe in Mitteleuropa häufig, wie Funde aus der Interglazialzeit sowie aus der Postglazialzeit (z. B. in den Pfahlbauten) beweisen, und noch im 17. und 18. Jahrhundert war sie viel verbreiteter als jetzt. Heute verschwindet sie immer mehr, vor allem infolge der Entwässerungen und durch den Kahlhieb der Forsten, so daß man jetzt schon in Deutschland beginnt, besonders charakteristische Bestände und Exemplare gesetzlich zu schützen, so z. B. in Pommern und Westpreußen. In den hannoverschen Heidegegenden ist der Baum stellenweise noch häufig, ebenso findet man große Exemplare zerstreut in Mecklenburg sowie in den Mittelgebirgen, namentlich auf Kalkunterlage.

Berühmt ist eine riesige Eibe im Fürsteiner Grunde in der Nähe des Riesengebirges: der Stamm hat 1 m über dem Boden einen Umfang von 2,30 m. Im Bodetal hat sich bei den Forstorten Heuscheune und Badersrücken ein Bestand von 600 zum guten Teil alten Eiben erhalten, obgleich zu Anfang dieses Jahrhunderts 900 starke Bäume gefällt worden sind. Ein anderer Bestand von 600 Eiben findet sich auf der Vorderrhön bei Dermbach im Forstort Ibengarten im Buchenholz. Auch bei Berlin sind noch einige Eiben vorhanden, und sogar im dortigen Tiergarten gibt es einzelne Exemplare. Der größte, über 1000 Stämme umfassende Eibenbestand ist im Cisbusch (polnisch = Eibenbusch) in der Tucheler Heide (Westpreußen). Viele Ortschaften deuten durch ihren Namen (Eibe oder das slawische Cis bzw. Tis) auf das Vorkommen von Eiben, und zwar häufig in Gegenden, in denen diese jetzt weit und breit nicht mehr anzutreffen sind. Auch in Mooren findet man häufig Reste alter Eibenbestände; am bekanntesten ist der untergegangene Eibenhorst im Steller Moor bei Hannover.

Familie 2: **Pinaceae** oder **Kieferartige Gewächse.**

In der Familie der Pinaceae oder Kieferartigen Gewächse, der zweiten und bei weitem größten Familie der Koniferen, bilden die weiblichen Geschlechtssprosse deutliche Zapfen, die aus holzigen, seltener lederigen Fruchtblättern bestehen, zwischen denen die Samen auch während der Reife versteckt bleiben. Diejenigen Pinazeen, welche gegenständige oder quirlständige Blätter haben, faßt man als die Unterfamilie der Cupressineae zusammen, die übrigen teilt man in die drei Unterfamilien der Araucarieae, der Abietineae und der Taxodieae, von denen nur die Abietineen Flugsäcke an den Pollen haben, sich übrigens auch durch die deutliche Zweiteilung des Fruchtblattes in Deck- und Fruchtschuppe kennzeichnen, wohingegen diese Spaltung bei den Araukarieen fehlt, bei den Taxodieen nur selten in die Erscheinung tritt. Die Samenanlagen sind bei den Kupressineen stets aufrecht, bei den Taxodieen nur dann, wenn sie in den Achseln der Fruchtblätter stehen. Die Abietineen und die Araukarieen tragen umgewendete Samenanlagen, und zwar bei ersteren jedes Fruchtblatt zwei, bei letzteren nur je eine. Alle vier Unterfamilien reichen paläontologisch weit zurück, bis in das Mesozoikum, die Taxodieen sogar bis in die letzte Zeit des Paläozoikums. Ausgestorbene Kupressineen finden sich schon in der Trias, also zu Beginn des Mesozoikums, Araukarieen häufig im mittleren Mesozoikum, im Jura, während in der Kreidezeit die Abietineen in Menge auftreten, um dann in der Tertiärzeit immer mehr die Vorherrschaft zu erlangen.

Die Unterfamilie der **Araucarieae** oder **Araukariengewächse** enthält jetzt nur noch zwei Gattungen, Araucaria und Agathis, die beide höchst bemerkenswerte Pflanzen umfassen. Beide Gattungen bewohnen heute fast ausschließlich die südliche Hemisphäre. Agathis, die auf der Malaiischen Halbinsel noch eben den Äquator überschreitet, ist vom Malaiischen Archipel und Nordost-Australien über Neuguinea, die Neuen Hebriden und die Fidschiinseln bis Neukaledonien verbreitet; die über mehrere Kontinente zersprengte Araucaria bewohnt Chile, Bolivia, Brasilien, Queensland und die polynesischen Inseln Neuguinea, Neukaledonien und Norfolk. Die jetzigen Gebiete beider Gattungen sind offenbar nur die Reste der früheren Verbreitung: fossile Araukarien kennt man aus dem Jura, der Kreide und dem Eozän der verschiedensten Gebiete, von China bis England, und anderseits hat es ehemals in Ostindien und Tasmania Araukarien gegeben. Agathis-Reste sind aus Grönland und Rußland bekannt.

Beide Gattungen sind durch zylindrische männliche (Abb. 88, A 1, B 1; Abb. 89, A 1, D 1) und kugelige weibliche (Abb. 88, A 4, B 4; Abb. 89, A 3 u. 4) Geschlechtssprosse gekennzeichnet, die bei beiden Geschlechtern mit außen schuppig erscheinenden Geschlechtsblättern dicht bedeckt sind. Die weiblichen Geschlechtssprosse sind wegen der holzigen Natur der Schuppen als Zapfen, die männlichen, da die Schuppen lederig sind, besser als Kätzchen zu bezeichnen. Die männlichen Geschlechtsblätter bestehen aus einer gestielten Schuppe, an der eine Anzahl Pollensäcke hängen (Abb. 88, A 2 und 3, B 2; Abb. 89, A 2, D 3), die weiblichen tragen an der Unterseite eine hängende Samenanlage (Abb. 88, B 3), aus der sich bei Araucaria ein großer, der Fruchtschuppe angewachsener (Abb. 89, B 2, C 2, D 4), bei Agathis ein kleiner geflügelter, freier Same (Abb. 88, A 5 und 6, B 5) entwickelt. Die Samen enthalten einen frei in dem reichlichen, mehligen Endosperm eingebetteten geraden Keimling (Abb. 88, B 6; Abb. 89, A 5).

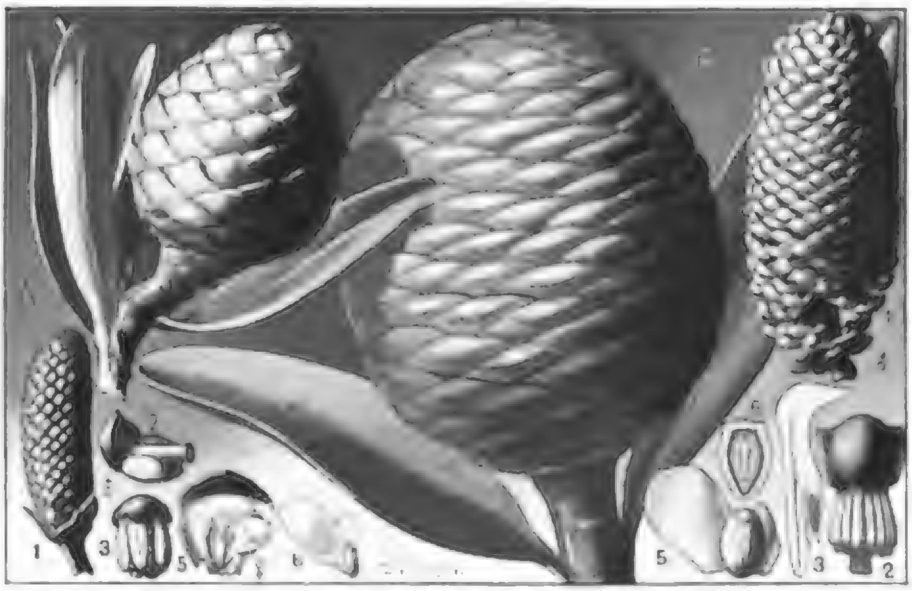


Abb. 88: Araukariengewächse I: Kopalfichte (Agathis).

A) Agathis macrostachys: 1) Männlicher Geschlechtssproß; 2) und 3) Schuppe mit Pollensäcken, vergrößert; 4) Fruchtsproß; 5) Fruchtschuppe mit einem Samen; 6) Same. B) Agathis dammara: 1) Männlicher Geschlechtssproß; 2) Schuppe mit Pollensäcken, vergrößert; 3) weibliche Schuppe mit Samenanlage im Längsschnitt; 4) Fruchtsproß; 5) Same; 6) Same im Längsschnitt.

Sehr verschieden sind die Blätter bei den beiden Gattungen. Agathis hat stets große, lederige, stumpfe, abwechselnd oder zuweilen fast gegenständig angeordnete Blätter, die von zahlreichen feinen Längsnerven durchzogen sind (Abb. 88, A 4, B 4), Araucaria dagegen spiralig angeordnete, vierkantige Nadeln (Abb. 89, C 1) oder flache, meist spitze Schuppenblätter, die entweder dachziegelig aufgerichtet sind (Abb. 89, A 1) oder seitlich abstehen (Abb. 89, B 1).

Die etwa 21 Arten der Gattung Agathis oder Kopalfichte sind hohe Waldbäume mit schmalen Kronen, die in der Jugend oder, wenn sie frei wachsen, auch später unseren Fichten ähneln. Im Bestande wirft der Baum aber später seine unteren Zweige ab und bekommt dann eine unregelmäßig-schirmförmige

Krone. Die Gattung zeichnet sich durch ihren Reichtum an Harz aus; es wird im Malaiischen Archipel, und zwar besonders auf den Philippinen, Celebes und den Molukken, gewonnen und liefert den sogenannten **Manila-Kopal** des Handels. Früher glaubte man, daß das Dammarharz von diesem Baume stamme, und bezeichnete ihn sogar als Dammara oder **Dammarfichte**. Jetzt aber weiß man, daß das Dammarharz des Handels im wesentlichen von Dipterokarpazeen herrührt; man sollte die Gattung Agathis daher nur **Kopalfichte** oder noch zutreffender **Kopal-Konifere** nennen.

Nicht nur der Stamm und die Zweige schwitzen aus den Rissen und Wunden ein zu Kopal verhärtendes Harz in Masse aus, sondern auch an den Wurzeln findet man häufig große Harzklumpen, sowohl bei den malaiischen Kopalfichten, wie Agathis dammara oder alba (Taf. 16, b), A. regia von den Molukken, A. celebica von Celebes, A. philippinensis von den Philippinen, als auch besonders bei der **neuseeländischen Kopalfichte**, A. australis, die auch **Kaurifichte** genannt wird, weil der von ihr herstammende, in der Erde gefundene subfossile Kopal als **Kauri-Kopal** bekannt ist. Dieser gesellig wachsende, schöne, hochragende



Abb. 89: Araukariengewächse II: Schmucktanne (Araucaria).

A) Araucaria brasiliensis: 1) Männl. Geschlechtssproß; 2) männl. Schuppen mit Pollensäcken; 3) weibl. Geschlechtssproß; 4) Frucht; 5) Same. B) Araucaria Bidwilli: 1) Blattzweig; 2) Fruchtschuppe und Same. C) Araucaria excelsa: 1) Blattzweig; 2) Fruchtschuppe. D) Araucaria Cookii: 1) Männl. Geschlechtssproß; 2) Schuppe; 3) Pollensäcke; 4) Fruchtschuppe.

Baum tritt auf der Nordinsel Neuseelands waldbildend auf; er gilt dort als König der Wälder und liefert in seinen bis 40 m hohen Stämmen nicht nur gutes, dauerhaftes Bau- und Nutzholz, sondern auch vorzügliche Schiffsmaste. Das angenehm duftende, weißliche bis strohfarbige Holz glänzt im behobelten Zustande seidenartig und nimmt gut Politur an. Das junge, aus diesem Baum austretende Harz hat nur geringe Ähnlichkeit mit dem Kauri-Kopal des Handels, es ist weich und milchigtrübe und ähnelt mehr dem Manila-Kopal; die Eingeborenen Neuseelands benutzen es als Kaumittel.

Der Kauri-Kopal, im Handel auch Kaurigummi genannt, wird häufig bis zur Tiefe von mehreren Fuß nesterweise in verschieden großen Stücken, zuweilen sogar in Knollen von 50 kg, gefunden. Er kommt in Massen in den Handel. Neuseeland allein führte 1906/07 davon für 576722 Pfd. St. aus. Eine andere Sorte Kauri-Kopal kommt aus Neukaledonien, besonders von den Gebirgen im Nordosten der Insel; sie stammt von der dort häufigen Art A. ovata und vielleicht auch von anderen Arten.

Die in Queensland häufige **australische Kopalfichte**, A. robusta, liefert zwar gutes Möbelholz, doch wird von ihr weder Manila- noch Kauri-Kopal gewonnen.

Die etwa 16 Arten umfassende Gattung Araucaria oder **Schmucktanne** besteht aus Bäumen mit auffallend verschiedenem Wuchs. Nicht weniger als sieben Arten wachsen in Neukaledonien, drei sind auf

Neuguinea gefunden worden, zwei bewohnen Australien, eine die Insel Norfolk und drei Südamerika. Am bekanntesten ist die Norfolk-Schmucktanne, A. excelsa, die jetzt wegen ihres regelmäßig-pyramidalen Wuchses sowie wegen der hellgrünen Farbe der pfriemlichen Nadeln (Abb. 89, C) eine der beliebtesten Zimmerpflanzen ist; als solche ist sie unter dem Namen Zimmertanne bekannt und wird auch zuweilen fälschlich Edeltanne genannt. In seiner Heimat, der Insel Norfolk nördlich von Neuseeland, erreicht dieser stattliche Baum eine Höhe von über 60 m bei einem Stammumfang von 9,4 m. Leider hält er sich in Deutschland nicht im Freien, wohl aber in den wärmeren Teilen des Mittelmeergebietes, wo er einer der schönsten Schmuckbäume ist. Sein weißes Stammholz hat wenig Wert, das rötliche, sehr feste Wurzelholz dagegen dient zur Herstellung von Geräten und Möbeln.

Verwandte Arten der Norfolk-Schmucktanne, d. h. solche mit nadelförmigen Blättern, sind noch Cook's Schmucktanne, A. Cookii oder columnaris, ein mittelhoher, harzliefernder Baum Neukaledoniens, sowie die Moretonbai-Schmucktanne, A. Cunninghamii, ein bis 40 m hoher Baum, der im östlichen Australien waldbildend auftritt und gutes Nutzholz liefert.

Wichtiger ist die Gruppe der schuppenblätterigen Araukarien, da alle drei Arten dieser Gruppe wegen ihrer großen Samen sehr nützliche Nahrungspflanzen sind.

Die brasilische Schmucktanne oder Pinheiro, A. brasiliensis (Abb. 89, A; Taf. 16, c), ist ein bis 50 m hoher Charakterbaum des südlichen Brasiliens, der dort, zwischen 18 und 30° südl. Br., große Wälder bildet (daher auch der brasilische Name) und ein entschieden kieferartiges Aussehen hat. Seine kugeligen Zapfen haben etwa 20 cm im Durchmesser; gegen 50—80 solcher Zapfen wachsen auf einem Baum, jeder mit 700—800 Samen, Pinhoes genannt. Da diese reich an Nährstoffen sind — sie enthalten 31,6 Proz. Stärke, 2,35 Proz. Eiweiß und 1,10 Proz. Fett —, so vermögen die Eingeborenen zeitweilig fast ausschließlich von diesen Nüssen zu leben. Auch das Holz ist gut und wird als Bau- und Möbelholz verwendet; ebenso wird das ausschwitzende Harz benutzt. Der Baum ist daher eines der nützlichsten Gewächse jener Gegend.

Ebenso wichtig ist die chilenische Schmucktanne, A. araucana oder A. imbricata, auch Schuppentanne, Andentanne, Chiletanne genannt, die im südlichen Chile, zwischen 35 und 50° südl. Br., die Pinares genannten Wälder bildet. Sie hat durch ihren regelmäßig-pyramidalen Wuchs und die wagerecht wachsenden, erst an den Enden nach oben gekrümmten Zweige mit ihren 5 cm langen dunkelgrünen, ei-lanzettlichen, abstehenden, aber sich doch dachziegelig deckenden Schuppenblättern ein sehr eigenartiges, armleuchterartiges Aussehen. Ein beliebter Zierbaum unserer Parkanlagen, wird sie als Solitärpflanze an hervorragenden Stellen auf dem Rasen angepflanzt. Leider verträgt dieser schöne Baum unseren deutschen Winter nicht gut, vielmehr bedarf er eines Schutzes während der kalten Jahreszeit; daher ist er, obgleich schon 1795 in Europa eingeführt, doch noch immer ziemlich selten. In England hält er im Freien besser aus.

In seiner Heimat bildet der bis 45 m hohe Baum ausgedehnte Wälder. Er trägt 20—30 kopfgroße Früchte mit je 200—300 etwa 4 cm langen Samen, die früher den dort lebenden Indianern einen wesentlichen Teil ihrer Nahrung lieferten. Man ißt die Samen roh, gekocht oder geröstet und bereitet auch Mehl daraus; selbst ein Alkohol wird aus ihnen destilliert. Der Stamm liefert gutes Bauholz.

Die dritte Art dieser Gruppe, die queensländische Schmucktanne, A. Bidwilli, die Bunya-Bunya (Abb. 89, B), bietet den Australnegern ein wichtiges Nahrungsmittel in den gleichfalls sehr großen, 5—8 cm langen Samen. Die Bäume werden von der Regierung als Stammeseigentum der Eingeborenen geschützt. Die Samen dieser Art sollen drei, die der vorhergehenden beiden Arten zwei Jahre bis zur Reife bedürfen. Auch das Holz dieses auf Süd-Queensland beschränkten Baumes ist sehr dauerhaft. Die unter dem Namen Pinkosholz in den Handel gelangenden knollen- oder rübenförmigen Holzstücke von rötlichgelber bis dunkelroter Färbung, die ein leicht schneidbares, sehr elastisches und dauerhaftes Drechslermaterial abgeben, gelten als die aus vermorschten Stellen herausgefaulten Astknoten dieser australischen Schmucktanne sowie der S. 346 besprochenen australischen Kopalfichte.

Die Unterfamilie der **Abietineae** oder **Tannengewächse** umfaßt beinahe alle Gattungen der Koniferen, die an Stelle der Blätter lange und dünne Nadeln haben. Denn die Nadeln der Taxodieen, der Kupressineen einschließlich der Wacholder sowie der Araukarien sind ebenso wie die der Taxazeen entweder kurz oder verhältnismäßig breit und flach. Es soll hiermit nicht gesagt sein, daß alle tannenartigen Gewächse nur lange und dünne Nadeln tragen, denn die Gattung Abies oder Tanne hat etwas breitere, und Tsuga zeigt kurze Nadeln; aber im allgemeinen stimmt die Regel. Wissenschaftlich unterscheidet sich diese Unterfamilie

von den anderen einerseits durch die fast immer vorhandenen Flugsäcke der Pollenkörner (Abb. 78, 4) sowie durch die Teilung des Fruchtblattes in eine meist kleinere Deck- und eine meist größere Fruchtschuppe, an welch letzterer zwei umgewendete Samenanlagen sitzen, die zur Reifezeit gewöhnlich einen Flügel aufweisen; der Flügel stellt nichts weiter dar als eine abgelöste Gewebelamelle der Innenseite der Fruchtschuppe. Über die morphologische Bedeutung der beiden Schuppen gibt es verschiedene Hypothesen: einige meinen, daß die Deckschuppe nicht zum Fruchtblatt gehört, sondern ein Deckblatt darstellt, in dessen Achsel die Fruchtblätter, die je eine Samenanlage tragen und zu einer Fruchtschuppe verwachsen sind, ihren Ursprung nehmen; dann wäre natürlich der Zapfen nicht einer Blüte, sondern einem Blütenstand vergleichbar. Wir können uns dieser Ansicht schon deshalb nicht anschließen, weil dann die tannenartigen Gewächse völlig von den übrigen Koniferen isoliert blieben, während für eine Spaltung bei den Araukarien vorkommende Übergangserscheinungen sprechen, und eine solche auch in der Flügelbildung des Samens ein Analogon finden würde.

Man unterscheidet zwei Unterabteilungen der Tannen-Gewächse: die eine hat nur Langtriebe, d. h. Triebe mit theoretisch unbegrenztem Längenwachstum — zu ihr gehören die Gattungen Picea oder Fichte, Abies oder Tanne, Keteleeria oder Zedertanne, Tsuga oder Schierlingstanne und Pseudotsuga oder Douglastanne —, die andere hat neben den Langtrieben noch kleine, in ihrem Wachstum beschränkte sogenannte Kurztriebe — zu ihr zählt man Larix oder Lärche, Pseudolarix oder Goldlärche, Cedrus oder Zeder und Pinus oder Kiefer.

Die Gattungen Picea und Abies, die Fichten und Tannen, werden sehr häufig verwechselt bzw. falsch bezeichnet, sind aber leicht zu unterscheiden. Die Fichten haben vierkantige, allseitswendige oder doch nur an den äußersten Zweigen und dann unvollständig in zwei Reihen gescheitelte, spitze Nadeln (Abb. 90, A 1) sowie herabgebogene oder hängende, als Ganzes abfallende Zapfen mit dauernd der Achse angewachsenen Fruchtschuppen, die auf ihrer Rückseite kleine, verkümmerte Deckschuppen (Abb. 90, A 8) tragen, die Tannen dagegen flache, fast immer deutlich in zwei Reihen gescheitelte, stumpfe oder an der Spitze ausgerandete Nadeln (Abb. 93, A 1, 2 und 11) sowie aufrechte Zapfen mit einzeln von der Achse abfallenden Schuppen, deren Deckschuppen lang und schmal sind (Abb. 93, A 6). Auch springen die Staubbeutel bei der Tanne mit einem Querriß (Abb. 93, A 14 und 15), bei der Fichte mit einem Längsriß (Abb. 90, A 3) auf. Die zwei Silberstreifen auf der durch Drehung nach unten gerichteten Oberseite der Nadelblätter der Tanne (Abb. 93, A 10) finden sich auch bei einigen Fichtenarten. Die Zedertannen, die Douglas- und die Schierlingstannen bilden gewissermaßen Übergangsformen: alle drei Gattungen haben flache Nadeln mit Silberstreifen und Zapfen mit stehenbleibenden Schuppen. Die Douglastanne hat aber lange Deckschuppen (Abb. 90, B 3), während diese bei der Zedertanne kürzer sind als die Fruchtschuppen; bei der Schierlingstanne sind sie klein und versteckt. Die Schierlings- und die Douglastanne haben mehr oder weniger hängende, die Zedertanne hat aufrechte Zapfen.

Unter den vier Gattungen mit Kurztrieben unterscheidet sich die Kiefer dadurch von den anderen, daß bei ihr die Nadelblätter auf die Kurztriebe beschränkt sind, wogegen die Langtriebe nur schuppenförmige Niederblätter tragen, während bei den Lärchen und den Zedern auch die Langtriebe mit Nadelblättern besetzt sind. Die Zeder ist immergrün mit zwei- bis dreijähriger Fruchtreife, die Lärche und die Goldlärche haben nur einjährige Fruchtreife und werfen die Nadeln im Winter ab; bei der Lärche sind die Zapfenschuppen persistent, bei der Goldlärche lösen sie sich dagegen von der Achse.



a) Fichtenwald im Riesengebirge (Picea excelsa). Nach Photographie von O. Kuhfahl in Dresden.



b) Sibirische Tanne (Abies sibirica), Urwald bildend. Nach Photographie.



c) Urwald am Kubani (südlicher Böhmerwald) mit Fichten und Buchen. Nach Photographie von K. Heller in Wien.

Während Tsuga, die Schierlingstanne, sich nur in wenigen Arten im Himalaja, in Ostasien und im westlichen Nordamerika erhalten hat, und Pseudotsuga, die Douglastanne, sogar nur im westlichen Nordamerika vorkommt, beide Gattungen also auf dem Abstieg befindliche Typen der Abietineen darstellen, sind die Fichten und die Tannen zweifellos noch auf der Höhe ihrer Entwickelung, wenngleich die Zersprengung der Arten der Gattung Abies und ihre Zurückdrängung auf mehr oder weniger isolierte Bergketten, wie den Atlas, den Taurus und die griechischen Gebirge, auf Japan und das Felsengebirge doch schon auf den beginnenden Niedergang hinweisen. Die Gattung Pinus oder Kiefer bewegt sich dagegen eher noch in aufsteigender Linie, und ihre vielseitigen vortrefflichen Anpassungen an Kälte und Dürre stellen ihrem weiteren Entwickelungsgang eine sehr günstige Prognose, wenngleich sie schon auf ein hohes Alter zurückschaut und bereits in der Kreidezeit weitausgedehnte Verbreitung hatte. Auch der Gattung Lärche ist wegen ihrer Abhärtung der Winterkälte gegenüber noch eine gedeihliche Zukunft vorauszusagen, während die Goldlärche wohl als ein absterbender Zweig dieser Reihe zu gelten hat, und die Zeder schon in der nicht zusammenhängenden Verbreitung der wenigen noch bestehenden Arten den Beweis des Absterbens liefern würde, wenn sie nicht beim Menschen beliebt wäre und durch ihn eine weitere Verbreitung erlangt hätte, die sich zweifellos in der Zukunft noch sehr ausdehnen wird.

Physiognomisch sind die Nadelhölzer von größter Bedeutung: eine aus Laub- und Nadelwald zusammengesetzte Landschaft ist reich an Abwechselung, und namentlich im Winter trägt das immergrüne Nadelgewand der Abietineen wesentlich dazu bei, die Eintönigkeit der Vegetation zu unterbrechen. Humboldt sagt darüber in den „Ansichten der Natur“: „Ihr ewig frisches Grün erheitert die öde Winterlandschaft. Es verkündet gleichsam den Völkern, daß, wenn Schnee und Eis den Boden bedecken, das innere Leben der Pflanzen wie das Prometheische Feuer nie auf unserem Planeten erlischt.“

Die Gattung Picea oder Fichte umfaßt 19 Arten, von denen neun Nord- und Ostasien, vor allem aber Japan bewohnen, während sechs in Nordamerika heimisch sind. Zwei Arten leben in Europa, eine im vorderen Orient und eine im Himalaja.

Auch in früheren geologischen Perioden war diese Gattung weitverbreitet. Während der Kreidezeit und noch im mittleren Tertiär gab es Fichten in Grönland. Im späteren Tertiär existierte wahrscheinlich schon unsere gemeine Fichte in Mitteleuropa; sie muß sich auch während der Zwischeneiszeiten gehalten haben, wie Torfmoorreste beweisen. Bis vor kurzem hielt man eine Fichtenart, Picea succinifera, für die Erzeugerin des Bernsteins; jetzt nimmt man an, daß Kiefern den Bernstein abgeschieden haben, doch war nach Blatt- und Blütenresten auch eine Fichte, Picea Engleri, Bestandteil der damaligen Wälder des Bernsteingebietes.

Für uns bei weitem am wichtigsten ist die gemeine Fichte, Picea excelsa, auch Rottanne oder Pechtanne genannt (Abb. 90, A), einer unserer schönsten Waldbäume, der sowohl allein ausgedehnte Bestände bildet (Taf. 17, a) als auch, wenngleich seltener, mit anderen Bäumen, wie Buche (Taf. 17, c), Tanne, Kiefer, vergesellschaftet waldbildend auftritt. In den Alpen steigt die Fichte bis zur Baumgrenze in etwa 2000 m Meereshöhe, im Norden reicht sie in Finnland bis 68°, in Skandinavien sogar bis $69^1/_2$°, im Süden in den Pyrenäen bis 42°; südöstlich findet sie sich noch in Bulgarien sowie im nördlichen Albanien. In die heiße Po-Ebene und das sommertrockene und steppenhafte ungarische Tiefland dringt sie nicht ein, und auch im norddeutschen Flachland ist sie nur an einzelnen Stellen wirklich alteingesessen. Dagegen zeigen Moorfunde, daß sie sowohl interglazial, als auch nach

der Eiszeit im nordwestdeutschen Flachland häufig war. Offenbar wurde sie hier später durch andere Bäume, vor allem durch Eiche und Buche, verdrängt und hat diese Gegenden erst vor kurzem, und zwar unter der Obhut des Menschen, zurückerobert.

Die gemeine Fichte ist ein über 50 m hoher Baum mit 1—2 m dickem Stamm, spitz-pyramidenförmiger Krone und horizontal abstehenden bzw. etwas hängenden, quirlig angeordneten Hauptästen. Sie erreicht ein Alter von 500—600 Jahren. Die rötlichbraune Rinde bleibt lange glatt und löst sich später in kleine Schuppen auf. Die jungen Triebe sind kahl oder kurzbehaart und von heller, rotgelber Färbung. Die kurz-stachelspitzigen, fast vierkantigen Nadeln sind bis 25 mm lang und 1 mm breit, glänzend dunkelgrün,

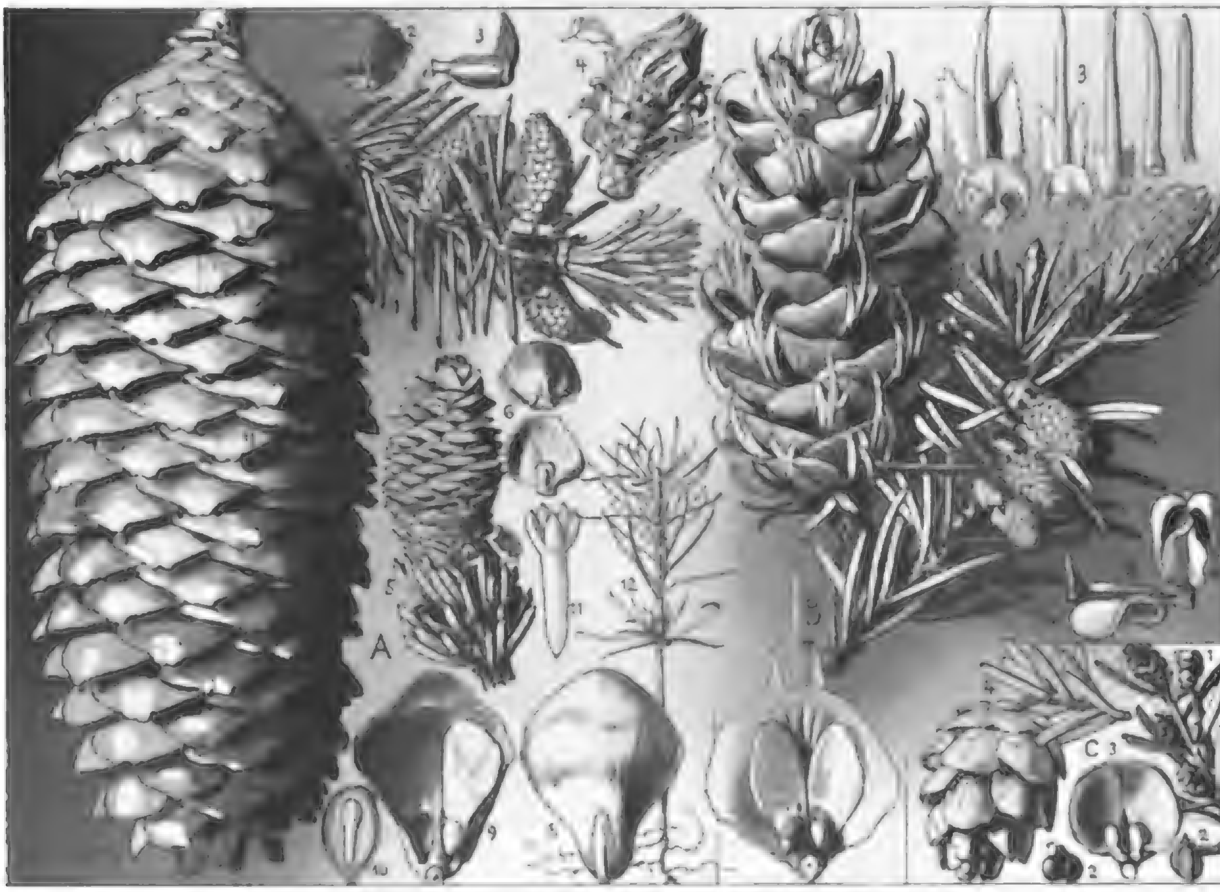


Abb. 90: Fichte (Picea), Douglastanne (Pseudotsuga) und Schierlingstanne (Tsuga).

A) Picea excelsa: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) Schuppe des männl. Geschlechtssprosses, vergr.; 3) derselbe von der Seite mit Pollensäcken, vergr.; 4) Zweigknospe; 5) Zweig mit weibl. Geschlechtssproß; 6) Schuppen des weibl. Geschlechtssprosses; 7) Frucht; 8) Deck- u. Fruchtschuppe von hinten; 9) Fruchtschuppe von vorn; 10) Same im Längsschnitt, vergr.; 11) Keimling, vergr.; 12) junge Pflanze.
B) Pseudotsuga Douglasii: 1) Zweig mit männl. Geschlechtssprossen u. Frucht; 2) Schuppen des männl. Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 3) Deck- und Fruchtschuppen des weibl. Geschlechtssprosses, teilweise mit Samenanlagen; 4) Fruchtschuppe von vorn mit zwei Samen.
C) Tsuga canadensis: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 3) Fruchtschuppe von vorn mit zwei Samen, vergrößert; 4) Zweig mit Frucht.

oberseits kaum heller; sie sitzen einzeln und sind nicht kammförmig angeordnet. Die jung ausschießenden Blattsprosse sind von schuppigen und bandartigen, später zerreißenden Niederblättern eingehüllt (Abb. 90, A 4). Die männlichen Geschlechtssprosse stehen achsel- und endständig nahe den Zweigsprossen, meist zu mehreren beisammen und sind zylindrisch (Abb. 90, A 1). Jedes Staubgefäß endet in einer großen, am Rande etwas zackigen Schuppe (Abb. 90, A 2 und 3). Die weiblichen Geschlechtssprosse wachsen einzeln (Abb. 90, A 5) und stellen 10—16 cm lange, 3—5 cm breite Zapfen dar (Abb. 90, A 7). Diese werden von rhombischen oder verkehrt-eiförmigen Schuppen gebildet, die hinten eine kleine Deckschuppe (Abb. 90, A 4), vorn zwei langgeflügelte Samen (Abb. 90, A 9) tragen. Die letzteren umschließen innerhalb des Endosperms den geraden Keimling (Abb. 90, A 10 und 11), der gewöhnlich zahlreiche (bis neun) Keimblätter hat. Die Blüte erscheint zwischen April und Juni, am häufigsten im Mai, die Früchte reifen im September oder Oktober; aber erst im nächsten Frühjahr lösen sich die Samen und fliegen davon.

Der Wuchs ist je nach den äußeren Umständen verschieden. Freistehende Fichten sind meist bis fast zum Boden beästet, anderseits gibt es auch Fichten, die nur an der Spitze Äste tragen. Die Schneebruchfichte bringt an Stelle des zerstörten Gipfels mehrere neue hervor; oft liegen bei ihr auch die untersten Äste auf dem Boden, bilden dort Wurzeln und entwickeln neue Stämme. Die Wettertannen (Abb. 91), die in die Krummholzregion hineinreichen, haben knorrige Stämme und häufig abgestorbene, mit Flechten behangene Äste. Als abweichende Formen gibt es Trauerfichten (var. pendula) mit dünnen, herabhängenden Ästen und Hängefichten (var. viminalis) mit horizontalen Hauptästen und dünnen, sehr langen, wenig verzweigten, herabhängenden Nebenästen. Noch merkwürdiger, aber selten, ist die Schlangenfichte (var. virgata) mit einzelnstehenden, also nicht quirlständigen, sehr stark verlängerten, spärlich verzweigten Ästen. Auf dem Berliner Weihnachtsmarkte erscheint regelmäßig die im Erz- und



Abb. 91: Wettertanne (Picea excelsa) in den Alpen. Nach Photographie von Gebrüder Haeckel in Berlin.

im Riesengebirge häufige Doppeltanne (var. nigra) mit unten flachen, halbzylindrischen Trieben und dunkelgrünen, dichtstehenden, säbelförmig gekrümmten, stumpflichen Nadeln.

In den Gärten werden zuweilen Zwergformen kultiviert, wie die einen oben flachen Strauch bildende Varietät tabuliformis und besonders eine rundlich gewölbte, dichtverzweigte, gleichfalls strauchige, clambrasiliana genannte Varietät. Auch Formen mit goldgelben, schließlich weiß werdenden jungen Trieben werden gezogen.

Nach Gestalt und Farbe der Fruchtschuppen werden ebenfalls verschiedene Formen unterschieden, je nachdem diese hellgrün oder dunkelviolett sind, sich langsam verschmälern (montana), plötzlich in eine Spitze auslaufen (acuminata) oder dreilappig (triloba) sind. Bei squarrosa sind die Ränder der Schuppen im oberen Teile sogar sparrig nach außen gebogen.

Weit verschiedener ist dagegen die Formenreihe der Unterart P. alpestris, die durch einen hoch hinauf astlosen Stamm mit weißgrauer Rinde, durch zylindrische Krone und dickere, dichthaarige Triebe, bläulich bereifte kurze, verhältnismäßig dicke und kaum stechende Blätter sowie durch kurze Zapfen mit nicht oder kaum ausgerundeten Fruchtschuppen gekennzeichnet ist. Es ist eine Bergform, die besonders in

den Alpen, aber auch auf den höheren Kuppen der Mittelgebirge vorkommt, z. B. im Böhmischen und im Bayerischen Wald, im Riesengebirge, ferner in Bosnien und wahrscheinlich auch im Thüringer Wald sowie am Brocken. Sie steht der sibirischen Fichte, P. obovata, sowie der finnischen Fichte, P. fennica, die gleichfalls jetzt als Unterarten der gemeinen Fichte angesehen werden, recht nahe und wird häufig mit ihnen verwechselt.

Die finnische Fichte hat oberwärts sehr dichtstehende, glänzend dunkelgrüne Nadeln und höchstens 8 cm lange, schief abwärts gerichtete Zapfen; sie wächst im nördlichen Skandinavien und im nordwestlichen Rußland. Die sibirische Fichte bewohnt dagegen vor allem Sibirien bis zu den Kurilen und Japan, dringt aber auch in das nördliche Europa ein und findet sich sogar noch in Nordost-Skandinavien. Früher hat man sie allgemein als besondere Art angesehen, aber nicht nur ihr Areal steht mit dem unserer Fichte in geschlossenem Zusammenhang, sondern die Form ist auch durch Übergänge mit der mitteleuropäischen Fichte verbunden. Der wesentlichste Unterschied ist die Kleinheit der Zapfen, die nur 6 cm lang sind, sowie die Rundung der verhältnismäßig breiteren Schuppen; auch die Triebe sind kahl oder doch nur schwachbehaart, dagegen sind die scharf stechenden Nadeln bläulichgrün. Ihr Hauptzentrum hat die sibirische Fichte in den ungeheueren Wäldern des Altai. Im östlichen Sibirien wird sie durch die Ajanfichte, P. ajanensis, und im westlichen Zentralasien durch die Thian-Schan-Fichte, Picea Schrenckiana, vertreten, die längere und deutlicher bläulich gestreifte Nadeln haben, aber jetzt meist nur als Varietäten der sibirischen Fichte angesehen werden.

Die Fichte ist einer unserer nützlichsten Bäume und liefert in den Gegenden, wo Fichtenwälder häufig sind, den größten Teil des Bau- und des gewöhnlichen Nutzholzes. Zu Spalt- und Schnittnutzhölzern eignet sich das harzreiche Holz der Fichte wegen der vielen, beim Trocknen aus den Brettern herausfallenden Astquerschnitte weniger, auch ist es nicht so leicht spaltbar wie Tannenholz. Die geraden, langen Stämme werden viel als Schiffsmaste benutzt. Das fast weiße Holz solcher Fichten, die sich durch sehr schmales Herbstholz und daher durch sehr gleichmäßige Jahresringe kennzeichnen, findet besonders Verwendung für Resonanzböden. Diese (var. fissilis) heißen Weiß- oder Haselfichten und sollen zu der Unterart alpestris gehören. Ihr Holz kommt vor allem von den Alpen, dem Böhmerwald und dem Fichtelgebirge.

Das Fichtenholz wird auch in hohem Maße zur Herstellung von Holzstoff für die Papierbereitung und von Zellulose benutzt, desgleichen zur Herstellung von Holzkohle. Die Rinde wird als Gerbmaterial verwendet, aber meist nur als Zusatz zur Eichenlohe; die Nadeln dienen zur Herstellung von Fichtennadelbädern, die häufig gegen Rheumatismus gebraucht werden.

Besonders wichtig sind die Harzprodukte der Fichte. Das Rohharz wird als eine Art Weihrauch, Thus vulgare oder Olibanum silvestre, benutzt; das ausgekochte und kolierte Harz ist als Resina pini, burgundica alba oder flava offizinell. Ferner werden Terpentin, Kolophonium, Pech, Ruß usw. daraus hergestellt. Zur Harzgewinnung macht man nach Entfernung der Rinde mittels eines Scharreisens in das Holz lange, zuerst 3—4 cm breite Rinnen, die später verbreitert werden. Natürlich schädigt dieses Harzscharren den Baum, wenn es im Übermaß betrieben wird. Eine der wichtigsten Verwendungsweisen der Fichte ist ihre Benutzung als Weihnachtsbaum, die sich von Deutschland aus, wo diese Sitte vor kaum 300 Jahren entstand und erst im letzten Jahrhundert namentlich in evangelischen Gegenden allgemein geworden ist, auch nach anderen Ländern hin verbreitet hat.

Durch ihr begrenztes Vorkommen ist vor allem die Omorikafichte, Picea omorika, interessant, die sich nur an einzelnen Stellen des östlichen Bosniens, des südwestlichen Serbiens und Bulgariens sowie vielleicht Montenegros findet. Sie wächst in gemischten Laub- und Nadelholzwäldern, besonders aber in feuchten Felsschluchten zwischen 630 und 1600 m Meereshöhe und hat ihre nächsten Verwandten in den ostasiatischen Arten P. Glehni und Alcockiana sowie in der vor der Eiszeit in Deutschland heimisch gewesenen P. omorikoides. Erst im Jahre 1875 hat man diesen Baum botanisch entdeckt, obgleich er dem Volke in seiner Heimat gut bekannt war. Er ist gekennzeichnet durch etwas gescheitelte, verhältnismäßig breite, unterseits weißstreifige, also den Tannennadeln ähnliche, aber kurz zugespitzte Nadeln, durch seinen dünnen, schnurgeraden, von kaffeebrauner, großschuppiger Borke bedeckten Stamm, durch eine schmal-pyramidale, an Zypressen erinnernde Krone und durch violett überlaufene junge Zapfen.

Etwas weiter östlich ist die orientalische oder Sapindusfichte, Picea orientalis, heimisch, die sich außer durch die Kleinheit der Zapfen auch durch ihre kurzen, nur 5—10 mm langen Nadeln von unserer gemeinen Fichte unterscheidet. Dieser sehr schöne, bis 25 m hohe Baum bewohnt den Kaukasus und die Gebirge des nördlichen Kleinasiens. Er ist so harzreich, daß die sich an den Spitzen der Zweige ausscheidenden Harztropfen unter dem Namen Sapindustränen gesammelt und in den Handel gebracht werden.

Die Himalaja- oder Morindafichte, Picea Smithiana, ist in Afghanistan und im Himalaja, hier zwischen 2000 und 4000 m Meereshöhe, verbreitet. Sie hat meergrüne Nadeln und steht der japanischen Toranofichte, P. torano (meist P. polita genannt), sehr nahe. Ein Zwischenglied ist die zentralchinesische P. brachytyla, doch hat die Toranofichte glänzend-dunkelgrüne Nadeln. Beide Arten werden in Deutschland als Zierbäume gepflanzt, die Toranofichte soll sogar schon in Nürnberg als Weihnachtsbaum Verwendung finden.

Die übrigen japanischen Arten, P. jezoënsis, hondoënsis, Alcockiana, Glehni und die schon erwähnte P. ajanensis, sind dagegen bisher in Deutschland erst wenig in Kultur. Mehr eingebürgert haben sich hier einige prächtige nordamerikanische Fichten.

Wegen ihrer blaugrünen Nadeln allgemein als Zierbaum beliebt ist die Blaufichte (blue spruce), Picea pungens, die aus dem Felsengebirge Nordamerikas stammt und namentlich in ihrer silbergrau benadelten Varietät argentea mit Vorliebe als einzelnstehende Konifere auf Grasplätzen gepflanzt wird. Auch in einer Form mit hängenden Zweigen wird sie kultiviert.

Ferner wird Engelmanns Fichte, P. Engelmanni, ein große Waldungen bildender Baum der höheren Regionen (2800—3800 m) der Felsengebirge, in Deutschland häufig als Zierbaum kultiviert, besonders in einer Varietät mit blaugrünen Nadeln. Ebenfalls bläulichweiß sind die im Querdurchschnitt quadratischen Nadeln der aus dem östlichen Nordamerika stammenden Schimmelfichte oder Picea canadensis, die auch als Weißfichte oder Picea alba bekannt ist. Diese Art hat eine weite Verbreitung, geht von Kanada bis Karolina und steigt auch hoch in das Gebirge. In Europa ist sie schon seit 1700 eingeführt; in Deutschland wird sie als Zierbaum kultiviert, namentlich in der stark bläulichen Form coerulea. Sie besitzt kurze, nur 2—5 cm lange Zapfen. Noch kürzer, nur 3 cm lang, sind die braunroten Zapfen der Schwarzfichte, P. mariana oder P. nigra, aus dem östlichen Nordamerika, die durch ihre schwärzliche Rinde und ihre schwarzgrünen, oberseits bläulichen Nadeln einen düsteren Eindruck macht. Auch sie wird in Deutschland als Zierbaum angepflanzt; in Amerika wird ihr weißes leichtes Holz viel benutzt, und außerdem werden die jungen Triebe bei der Herstellung einer Art Bier, des sogenannten Sprucebeer, als Zusatz verwendet.

Rötliches, sehr dauerhaftes Holz und größere, bis 8 cm lange Zapfen hat die nördlichere bis arktische Gebiete im östlichen Nordamerika bewohnende amerikanische Rotfichte, Picea rubra, die gleichfalls unser Klima verträgt und in Deutschland kultiviert wird. Im westlichen Nordamerika wird diese Art vertreten durch die westliche oder Sitkafichte, Picea sitchensis oder Menziesii, einen Baum mit grasgrünen, silberstreifigen Blättern, der von Sitka und Vancouver bis Kolorado und Nordkalifornien verbreitet ist und auch in Europa eine Heimstätte gefunden hat, besonders dort, wo unsere heimische Fichte nicht mehr gedeiht.

Die Gattung Tsuga oder Schierlingstanne, die Nordamerika, Ostasien und den Himalaja bewohnt, umfaßt zehn Arten.

Die Himalaja-Schierlingstanne, T. dumosa oder Brunoniana, ist ein nur 20—25 m erreichender Baum der höheren Berggegenden des Himalajas, der die gemäßigte Zone von 2000 bis 3000 m zwischen Kumaon und Bhutan bewohnt. Tsuga ist die japanische Bezeichnung der in China häufigen und in Japan in 1500—2400 m Meereshöhe unterhalb der Buchenregion geschlossene Wälder bildenden Tsugatanne, T. araragi oder Sieboldii. Diese ist ein kleiner, in Japan auch viel kultivierter Baum mit zu Schnitzereien gut verwertbarem Holze. Die chinesischen T. chinensis und yunnanensis stehen dieser Art nahe. Seltener ist in Japan eine zweite Tsugaart, T. diversifolia. In Formosa wächst T. formosana. In Kalifornien wächst die bis 90 m hohe T. Pattoniana mit zederähnlicher Tracht, nördlicher, von Mittelkalifornien bis Alaska, T. Mertensiana, während im östlichen Nordamerika bis zum Felsengebirge und von Kanada bis Nordkarolina T. canadensis, die kanadische Schierlings- oder Hemlocktanne (das englische hemlock bedeutet Schierling) heimisch ist (Abb. 90, C), ein über 30 m hoher Baum mit locker-pyramidaler Krone, kleinen, zweireihig gescheitelten, flachen Nadeln mit zwei bläulichweißen Längsstreifen, dichtzottigen jungen Trieben und hellbraunen Zapfen. Das Holz ist weich, harzfrei und von nur geringem Werte, dagegen findet die Rinde in der Gerberei ausgedehnte Verwendung. Das kanadische Pech kommt großenteils von dieser Pflanze, auch wird aus den jungen Trieben eine Art Bier bereitet. In Deutschland ist die Hemlocktanne ein häufiger Zierbaum, wie auch die meisten anderen Arten der Gattung hier eingeführt sind. Die letzte Art, die karolinische Schierlingstanne T. caroliniana, scheint auf Karolina beschränkt zu sein.

Die Gattung Pseudotsuga oder die Douglastanne (Abb. 92) ist im westlichen Nordamerika einheimisch und besteht aus der einzigen Art P. taxifolia oder Douglasii (Abb. 90, B).

Die eibenblätterige Douglastanne ist ein bis 100 m hoher Baum mit bis 4 m dickem Stamm und kegelförmiger Krone. Die Nadeln sind gewöhnlich allseitswendig, flach-pfriemlich, stumpf und oberseits dunkelgrün, unterseits mattgrün, die Zapfen sind rehbraun. Das im Kern rotbraune Holz wird sehr geschätzt und liefert vorzügliche hohe Maste; man unterscheidet die geringwertige red fir und die wertvollere yellow fir. Man hat die Douglastanne oft zum Anbau in Deutschland empfohlen und auch in Wäldern angepflanzt. Sie wächst schnell, 40—50-jährige Bäume sind schon mehr als 20 m hoch. Aber der Baum ist in den meisten Gegenden Deutschlands in der Jugend zu wenig winterhart. Vor allem bedarf er größerer Luftfeuchtigkeit und gedeiht daher in den Gebirgen und in Nordwest-Deutschland am besten.



Abb. 92: Douglastanne (Pseudotsuga), im Bayrischen Oberland kultiviert. Nach Photographie.

Die Gattung Abies oder Tanne umfaßt etwa 26 Arten, von denen zehn Nordamerika, sieben Ostasien, sechs das Mittelmeergebiet und den Kaukasus, je eine den Himalaja, Mitteleuropa und Sibirien bewohnen. Sie ist eine durchweg auf die nördliche Erdhälfte beschränkte Gattung immergrüner Bäume mit flachen, mehr oder weniger zweireihig gescheitelten, unterseits zwei weißliche Linien aufweisenden stumpfen oder ausgerandeten Nadeln. Die Zapfen stehen aufrecht, die Fruchtschuppen werden von den Deckschuppen überragt und lösen sich schließlich von der stehenbleibenden Achse. Die Samen sind geflügelt und enthalten einen frei im Endosperm liegenden Keimling mit zahlreichen Keimblättern. Die Pollensäcke springen durch einen Querspalt auf (Abb. 93, A 13—15).

Ob die Tanne in früherer Zeit eine wesentlich größere Verbreitung hatte als heute, ist zweifelhaft; einigermaßen sichere Reste hat man bisher nur in ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet, besonders in Europa, gefunden, und zwar reichen die Reste bis in die Kreidezeit

zurück und sind im mittleren Tertiär am häufigsten. Im späteren Tertiär treten Formen auf, die man mit lebenden Arten, wie A. alba, cilicica, pinsapo, identifiziert; ob mit Recht, darüber läßt sich kaum etwas Bestimmtes sagen.

Die für Europa wichtigste Art, die in Deutschland als einzige vorkommt, ist die Weiß- oder Edeltanne, A. alba oder pectinata, wegen der weißlichen Farbe der Rinde auch Silbertanne genannt. Sie ist ein bis 65 m hoher Baum von pyramidenförmigem Wuchs; ihr schnurgerader Stamm wird bis 3,8 m dick. Die unteren Zweige wirft diese Tanne früh ab: sie reinigt sich, wie man sagt. Schließlich erhält die

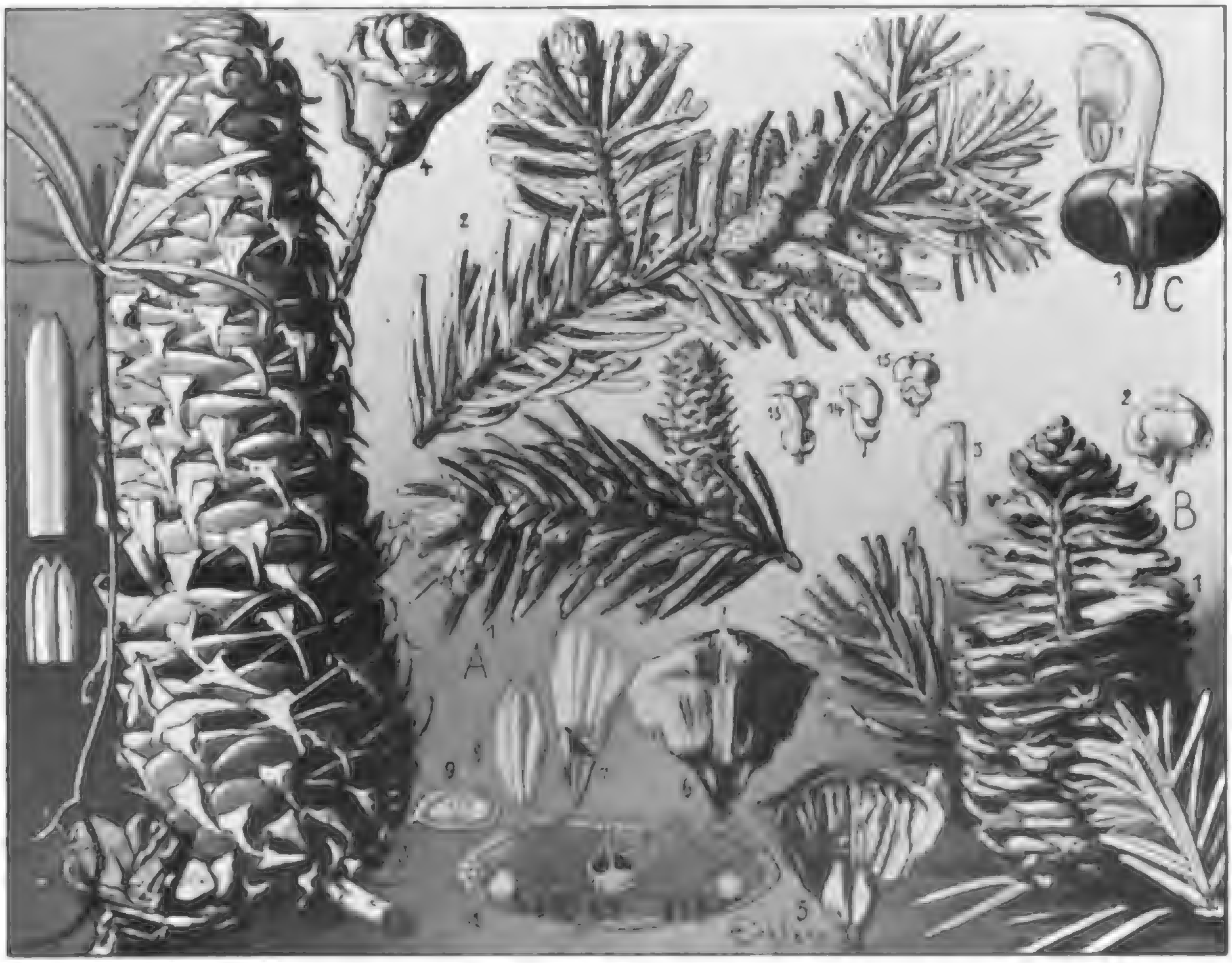


Abb. 93: Tanne (Abies).

A) Abies alba: 1) Zweig mit weiblichem Geschlechtssproß; 2) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 3) Fruchtzapfen; 4) Fruchtzapfen, nachdem der größte Teil der Schuppen abgefallen ist; 5) Fruchtschuppe von vorn nebst zwei Samen; 6) Deck- und Fruchtschuppe von hinten; 7) geflügelter Same; 8) Same im Längsschnitt, vergr.; 9) Same im Querschnitt, vergr.; 10) Spitze der Nadel von unten, vergr.; 11) Spitze der Nadel von oben, vergr.; 12) Querschnitt durch eine Nadel, vergrößert; 13) bis 15) Schuppen des männl. Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 16) Keimpflanze.
B) Abies balsamea: 1) Zweig mit Fruchtzapfen; 2) Deck- und Fruchtschuppe von hinten; 3) Same.
C) Abies venusta: 1) Deck- und Fruchtschuppe von hinten; 2) Same.

Krone oft eine zylindrische Form und ist an der Spitze abgestutzt oder gar nestförmig. Die Nadeln sind bis 3 cm lang, an der Spitze ausgerandet, unten mit zwei weißen Linien versehen (Abb. 93, A 10 und 11), an den Zweigen gewöhnlich deutlich kammförmig gescheitelt; ihre Harzgänge liegen nahe der Epidermis der Rückenseite (Abb. 93, A 12). Die gelben männlichen Geschlechtssprosse sitzen gewöhnlich zu mehreren beisammen; sie sind etwa 1 cm lang und von zylindrischer Form (Abb. 93, A 2). Die rötlichvioletten weiblichen Geschlechtssprosse befinden sich mehr in der Gipfelregion; sie sind etwas größer, 12—15 cm lang. Die Zapfen (Abb. 93, A 3) werden gewöhnlich 16, zuweilen sogar bis 30 cm lang und 5 m dick, sie sind jung blaugrünlich, schließlich grünlichbraun, die Fruchtschuppen trapezförmig (Abb. 93, A 5), die Deckschuppen etwas länger, lineal-spatelförmig, oberwärts gezähnt und lang zugespitzt (Abb. 93, A 6); das über die Fruchtschuppe hervorragende Ende ist zurückgebogen (Abb. 93, A 4). Die dunkelbraunen Samen sind dreikantig, der Flügel ist doppelt so lang (Abb. 93, A 7). Die Zahl der Keimblätter beträgt vier bis acht (Abb. 93, A 8, 9 und 16).

Vornehmlich ein Gebirgsbaum des mittleren und südlichen Europas, reicht die Edeltanne bis Sizilien. Aber auch in den Pyrenäen, in Korsika, Mazedonien, Nordwestkleinasien, z. B. auf dem bithynischen Olymp, und im Kaukasus findet sie sich. Auf dem Ida kommt sie ebenfalls vor, und zwar in einer besonderen Unterart, die als Tanne des trojanischen Pferdes, Abies equi Trojani, bezeichnet wurde, da Virgil berichtet, daß die Rippen des trojanischen Pferdes mit Tannenholz bedeckt gewesen wären. Im westlichen Deutschland wird das wilde Vorkommen der Tanne durch die Mittelgebirge begrenzt, in der eigentlichen nordwestdeutschen Tiefebene ist sie nicht heimisch, doch wurde sie hier für die Zwischeneiszeit festgestellt. Von Sachsen aus dringt sie aber nördlich in das Flachland, berührt noch die Provinz Posen und überschreitet in Polen eben noch den 52.° nördl. Br. Von dort wendet sich ihre Nordostgrenze über Ostgalizien und die Bukowina nach den südöstlichen Karpathen. In den Pyrenäen steigt sie bis 2000 m, in den Alpen bis höchstens 1800 m, im Schwarzwald bis 1000 m, auch im Riesengebirge nur selten höher hinauf. Von den Tannen der Vogesen erzählt schon Plinius, und die heilige Hildegardis erwähnt ihren scharfen Duft und ihre Heilkräfte, so daß „böse Luftgeister" die Tannenwälder meiden.

Die Tanne ist ein schöner, entweder in geschlossenen Beständen oder gemischt, vor allem mit Fichten und Buchen, auftretender Waldbaum, der viel weniger variiert als die Fichte, von dem aber doch eine Anzahl auffallender Formen, wie die Hängetanne, var. pendula, die Schlangentanne, var. virgata, die unverzweigte Tanne, var. monocaulis, die Pyramidentanne, var. fastigiata, zuweilen wild vorkommen, während andere, z. B. die sparrige Zwergtanne, var. tortuosa, nur Kulturformen darstellen.

Das gleichmäßige, weiße, harzfreie Holz der Edeltanne wird als Bau- und Werkholz ebenso geschätzt wie das der Fichte. Insbesondere als Spalt- und Schnitzholz ist es sehr beliebt und wird daher viel zu Drechslerwaren, Schachteln, Streichhölzern, Siebrändern und namentlich zu Resonanzböden für Musikinstrumente verarbeitet; die alten italienischen Geigen der berühmten Cremonenser Geigenbauer sind aus Tannenholz der Alpen verfertigt. Das in blasenförmigen Lücken der Rinde sich sammelnde Terpentin wird in den Vogesen durch Öffnen der Beulen gewonnen und kommt als Straßburger Terpentin in den Handel. Neuerdings findet die Tanne wegen ihrer schönen Belaubung immer mehr Eingang als Weihnachtsbaum und erzielt höhere Preise als die Fichte.

Zahlreiche Tannenarten sind in Deutschland als Zierbäume eingebürgert; besonders die kaukasische oder Nordmanns Tanne, A. Nordmanniana, aus dem westlichen Kaukasus und dem angrenzenden Kleinasien ist hier seit ihrer Einführung im Jahre 1848 als Parkbaum beliebt, da die unteren Äste nicht abgeworfen werden, die Krone also bis zum Boden reicht. Überdies macht die Belaubung einen recht vollen Eindruck, da die etwas glänzenden Nadeln fast halbzylindrisch an den Zweigen angeordnet sind und beinahe aufrecht stehen. Auch als Weihnachtsbaum wird diese Tanne aus den gleichen Gründen besonders geschätzt.

Eine noch sparrigere Belaubung sowie auch größere Zapfen hat die griechische Tanne, Abies cephalonica, die in den Hochgebirgen Griechenlands heimisch ist und auf dem Karst bei Triest zur Bewaldung mit Erfolg angepflanzt wurde. Die Apollotanne, A. Apollinis, ist wohl nur eine Form dieser Art. Auch die zilizische Tanne, A. cilicica, die auf dem Taurus und dem Libanon, in Nordsyrien und Afghanistan vorkommt, soll sich zur Aufforstung des Karstes eignen.

Eine der schönsten Tannen ist die spanische oder Pinsapotanne, A. pinsapo, die, in Südspanien zu Hause, in geschützten Gegenden, wie z. B. auch am Genfer See, vorzüglich gedeiht. Die häufig mit A. pinsapo vereinigte numidische Tanne, A. numidica, die im Atlasgebirge in 1600—2000 m Meereshöhe mit der Zeder gemeinsam wächst, wird gleichfalls als Zierbaum empfohlen.

Im Himalaja hat die Gattung Tanne, ebenso wie die Fichte, nur eine einzige Vertreterin, die Himalajatanne, A. Webbiana oder pindrow, die, von Afghanistan bis Bhutan verbreitet, im nordwestlichen Himalaja geschlossen in Wäldern auftritt. Sie ist ein schöner Baum mit dunkelpurpurroten Zapfen.

Die sibirische Tanne, A. sibirica oder A. pichta (Taf. 17, b), die vom nordöstlichen Rußland bis Kamtschatka verbreitet ist, bildet bis zum Polarkreise ausgedehnte Wälder; daher verträgt sie in Deutschland selbst in nördlichen Gegenden und Gebirgen den Winter sehr gut. Sie unterscheidet sich von unserer Weißtanne durch niedrigeren Wuchs, kürzere Nadeln und kleinere Zapfen, auch treten die Deckschuppen kaum über die Fruchtschuppen hinaus hervor.

Unter den japanischen Arten ist die Momitanne, A. firma, ein wichtiger Waldbaum, der auch, ebenso wie Veitchs Tanne, A. Veitchii, eine winterharte Art mit unterseits fast silberweißen Blättern, in Deutschland als Zierbaum kultiviert wird, während die anderen japanischen Arten, die Nikkotanne, A. brachyphylla, Maries Tanne, A. Mariesi, die Sachalintanne, A. sachalinensis, die mandschurische Tanne, A. nephrolepis, sowie einige zentralchinesische Arten sich hier noch nicht eingebürgert haben.

Von den amerikanischen Arten ist vor allem die Balsamtanne, A. balsamea (Abb. 93, B), erwähnenswert, die, im kälteren östlichen Nordamerika einheimisch, dort neben A. Fraseri den bekannten, in der Industrie und besonders auch zu mikroskopischen Präparaten gebrauchten Kanadabalsam liefert; in Deutschland wird sie als Zierbaum kultiviert.

Sehr reich an Tannen ist das westliche Nordamerika. Die Riesentanne, A. grandis, ein bis 90 m hoher Baum mit dunkelgrünen, oben rinnenförmigen Nadeln, bewohnt das nördliche, waldreiche pazifische Küstengebiet. Die Prachttanne, A. magnifica, in Amerika red fir genannt, ein prächtiger, 60 m hoher Baum mit blaugrünen, sichelförmig gebogenen Nadeln, bildet im Kaskadengebirge in 1500—3000 m Meereshöhe Wälder. Gleichfalls im Kaskadengebirge sowie im Oregongebiet wächst die Purpurtanne, A. amabilis, ebenfalls ein 60 m hoher Baum. Die westliche Balsamtanne, A. subalpina, ist von Kolorado bis Alaska in den Gebirgen verbreitet. Im Oregongebiet und in Kalifornien ist die Oregontanne, A. nobilis, mit beiderseits graugrünen Nadeln und großen, zurückgeschlagenen, die Fruchtschuppen fast verbergenden Deckschuppen, zu Hause. Das gleiche Gebiet bewohnt die Grannentanne, A. venusta oder bracteata, die sich durch die lang-nadelförmige Spitze der Deckschuppen (Abb. 93, C1) kennzeichnet.

Südlicher, in Neu-Mexiko, wächst die Blaßtanne, A. concolor, mit sehr langen, beiderseits graugrün gefärbten Nadeln, während die heilige Tanne, A. religiosa, südlich das Verbreitungsgebiet der Tanne abschließt: sie dringt über Mexiko bis in die Gebirge von Guatemala vor.

Die Gattung Keteleeria oder Zedertanne, die früher zu Abies gestellt wurde, sich aber durch die bleibenden lederig-holzigen Schuppen und die an schuppigen Kurzsprossen vereinigten männlichen Geschlechtssprosse von dieser Gattung scheidet, ist in drei Arten auf China beschränkt.

K. Fortunei, Fortunes Zedertanne, ist ein hoher Gebirgsbaum des südöstlichen Chinas von der Tracht der Libanonzeder mit horizontal abstehenden Zweigen, fast zweizeilig angeordneten, unterseits blaßgrünen Blättern und rotbraunen, aufrechten, in der Jugend purpurvioletten Zapfen. Sie wird häufig in den Tempelhainen kultiviert; in Europa gedeiht sie an den oberitalienischen Seen gut und gelangt hier auch zur Reife. Davids Zedertanne, K. Davidiana, ist ein charakteristischer Waldbaum des mittleren Chinas, findet sich aber auch in Formosa; die heilige Zedertanne, K. sacra, ein Baum der dortigen Tempelhaine, ist wohl nur eine kurzblätterige Varietät der ebengenannten Art.

Die Gattung Larix oder Lärche enthält zwölf die nördliche Hemisphäre bewohnende Baumarten, die größtenteils in dem kühleren Teil der gemäßigten Zone wachsen. Drei Arten sind amerikanisch, eine europäisch und acht asiatisch; von letzteren sind drei im äußersten Ostasien, zwei in Zentralasien, zwei im Himalaja und eine in Sibirien heimisch. Auch aus der mittleren Tertiärzeit hat man Funde dieser Gattung, und unsere europäische Lärche hat schon am Ende der Tertiärzeit Mitteleuropa bewohnt; ebenso sind Reste aus den Torfmooren der Interglazialzeit bekannt.

Neben den die bekannten Nadelbüschel tragenden, am Grunde mit schuppenartigen Niederblättern besetzten Kurztrieben sind auch die Langtriebe mit Nadeln besetzt, die spiralig angeordnet sind (Abb. 94, 9), aber früh abfallen. Die Kurztriebe werfen ihre Nadeln zwar auch im Herbst ab, entwickeln aber im nächsten Frühling wieder neue Nadeln (Abb. 94, 1). Außer den nur Blätter tragenden Kurztrieben gibt es solche, welche die Geschlechtssprosse darstellen, und zwar finden sich männliche und weibliche an denselben Zweigen (Abb. 94, 1). Die männlichen sind nicht von Nadeln umgeben, die weiblichen zuweilen durchwachsen; sie enden dann in einem gewöhnlichen Langsproß (Abb. 94, 9), was übrigens auch bei den sterilen Kurztrieben vorkommt. Die Pollensäcke springen schief auf (Abb. 94, 2), die Zapfen haben stehenbleibende Schuppen und fallen meist erst zwei bis drei Jahre nach der Reife der Samen als Ganzes ab.

Die einzige für Europa wichtige Art ist die gemeine Lärche, Larix decidua, auch L. larix oder europaea genannt, ein bis über 50 m hoher Baum, dessen gerader, von graubrauner Borke bedeckter Stamm senkrecht in die Höhe strebt und eine Dicke von über $1^1/_2$ m erreicht. Der Baum hat eine schön

kegelförmige Krone von großer Regelmäßigkeit, indem die Hauptäste horizontal abstehen; sie biegen sich an den Spitzen aufwärts, während die Nebenäste hängen. Die Nadeln der Kurztriebe, die gewöhnlich zu 30—40 einen Büschel bilden, sind sehr ungleich, im Durchschnitt etwa 2 cm lang, die Nadeln der Langtriebe haben eine Länge von 3 cm; beide sind hellgrün und weich, ohne weißliche Längsstreifen. Die männlichen Geschlechtssprosse sind braungelb, die weiblichen purpurrot infolge der so gefärbten lang zugespitzten und die hellgrünen Fruchtschuppen weit überragenden Deckschuppen (Abb. 94, 3). Die 3—4 cm langen Zapfen (Abb. 94, 4) sind graubraun, die Fruchtschuppen (Abb. 94, 6) rundlich eiförmig, vorn abgerundet und außen etwas gestreift. Die Deckschuppen sind mit ihrer grünen Spitze namentlich im unteren Teil der Zapfen zwischen den Fruchtschuppen sichtbar. Die hellbraunen Samen (Abb. 94, 6 und 7) haben große Flügel, ihre Keimlinge 5—7 Keimblätter. Die Blütezeit ist je nach der Lage März bis Juni, die Reifezeit der Oktober, doch fliegen die Samen meist erst im Frühling aus.



Abb. 94: Lärche (Larix).

Larix decidua: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) Schuppen der männl. Geschlechtssprosse mit Pollensäcken, vergr.; 3) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses mit Samenanlage; 4) Zweig mit Fruchtzapfen; 5) Fruchtschuppe von vorn, mit einem Samen; 6) Deck- und Fruchtschuppe von hinten; 7) Same; 8) Same im Längsschnitt; 9) durchwachsener Fruchtzapfen.

Die gemeine Lärche wächst wild fast nur in den mitteleuropäischen Gebirgen, zwischen 900 und 2270 m, und zwar hauptsächlich in den Alpen (Taf. 18, a) und im Karpathensystem sowie in den beide verbindenden Gebirgen, wie z. B. im Bayerischen Wald, im Mährischen Bergland, im Schlesischen Gesenke. Im südlichen Polen steigt die Lärche in das Hügelland und in die angrenzende Ebene herab. Früher verlief ihre Grenze sogar noch nördlicher als jetzt, wie alte Bauwerke aus Lärchenholz, besonders Kirchen, beweisen. Nicht selten bildet die Lärche allein ganze lichte Wälder, häufig findet sie sich im Gemisch mit Fichte und Zirbelkiefer, oft bezeichnet sie die Baumgrenze unterhalb der Knieholzregion. Als Zierbaum wird sie überall in Deutschland angepflanzt, als Baum der Forstkultur gedeiht sie dagegen in tieferen Lagen schlecht.

Eine Form mit auffallend stark hängenden Zweigen wurde früher unter dem Namen L. pendula, Hängelärche, als besondere amerikanische Art angesehen.

Das harzreiche rötliche Holz ist sehr dauerhaft und wird viel für Schiffs- und Wasserbauten, hauptsächlich zu Röhrenleitungen und Maischbottichen, benutzt, da es gegen Nässe ebenso widerstandsfähig ist wie Eichenholz. Eines besonders guten Rufes erfreut sich das rote Kernholz der sogenannten Steinlärche der oberbayerischen Alpen. Da das Lärchenholz an Dauerhaftigkeit das Holz von Kiefer, Tanne und Fichte übertrifft, sich wenig wirft und auch unter Wurmfraß kaum leidet, so ist es als Bauholz sehr geschätzt und wird zu Masten, auch zu Schindeln und im Bergbau gern verwendet. Auch Terpentin wird in vielen Gegenden, vor allem in Südtirol, gewonnen, und zwar meist durch Anbohren der Bäume, da es hauptsächlich im Kernholz gebildet wird; die etwa 8 cm dicken Bohrlöcher werden mit Zapfen verschlossen oder mit Holzrinnen zum Abfließen versehen. Der Lärchenterpentin, nach seinem ehemaligen Hauptverschiffungsplatz auch venezianischer Terpentin genannt, war früher offizinell. Ein anderes einst offizinelles Lärchenprodukt ist die Lärchenmanna oder Manna von Briançon, ein zuckerartiger, Melezitose genannter Stoff, der in südlichen Gegenden aus den Nadeln ausschwitzt und als Laxiermittel unter dem Namen Laxierzucker benutzt wurde.

Unserer Lärche sehr nahestehend und oft nur als Varietät von ihr angesehen ist die sibirische Lärche, L. sibirica, die im nordöstlichen Rußland und im nördlichen Sibirien ungeheuere Wälder bildet und vielfach die Baumgrenze darstellt; sie hat längere Nadeln und bleichgrüne weibliche Geschlechtssprosse. Ähnlich, aber unterseits mit zwei bläulichweißen Streifen an den Nadeln ist die japanische Lärche, L. leptolepis. Zapfen mit wenig Schuppen hat die in Ostasien im Amurgebiet, in Dahurien und Sachalin, heimische dahurische Lärche, L. dahurica, deren bis $2^1/_2$ cm lange Zapfen nur etwa 20 Schuppen tragen, sowie



a) Lärchenwald in den Alpen. Nach Photographie von K. Heller in Wien.



b) Zedernhain im Libanon. Nach Photographie.

die von Kanada bis Virginia auf der Ostseite Nordamerikas verbreitete amerikanische oder Tamarack-Lärche, L. americana, deren bis 2 cm lange Zapfen nur etwa zehn Schuppen haben.

Die schnellwüchsige kurilische Lärche, L. kurilensis, die nördlich vielleicht bis Kamtschatka reicht, wird durch ihre etwas bereiften tief blauroten, deutlich braunrot behaarten Triebe gekennzeichnet. Die westamerikanische Lärche, L. occidentalis, die in Oregon und Britisch-Kolumbien heimisch ist, hat kahle, glänzend bräunliche Zweige und an ihren Deckschuppen aufrechte Grannen, welche die Fruchtschuppen übertragen; sie wird bis 80 m hoch. Die Himalaja-Lärche, L. Griffithii, ein kleinerer Baum des östlichen Himalajas, hat bogig überhängende Äste, braunrote kahle, lang herabhängende Zweige und über die Fruchtschuppen zurückgeschlagene Deckschuppen. Alle diese Arten werden in Deutschland angepflanzt, während die chinesische Lärche, L. chinensis, die tibetanische Lärche, L. tibetica, und die osthimalajaische, L. Lyallii, noch nicht in Kultur genommen zu sein scheinen.

Die Gattung Pseudolarix oder Goldlärche, auch falsche oder Bastard-Lärche genannt, unterscheidet sich von der Lärche vor allem durch die doldig an den Kurztrieben angeordneten gestielten männlichen Geschlechtssprosse, die in Längsspalten aufspringenden Pollensäcke und die in Schuppen zerfallenden Zapfen.

Man kennt bisher nur eine einzige Art aus dem östlichen China (Provinz Tschekiang), P. Kaempferi, nach dem berühmten Reisenden Kaempfer benannt. Ihren deutschen Namen hat sie von der goldgelben Verfärbung der Nadeln vor ihrem Abfallen im Herbste. Sie ist im nichtblühenden Zustand der Lärche sehr ähnlich, jedoch sind die Knospenschuppen der mehrjährigen Kurztriebe pfriemlich zugespitzt, während sie bei Larix abgerundet sind. Sie ist ein bis 40 m hoher, als Parkbaum in milden Klimaten beliebter Baum mit sehr hartem und dauerhaftem Holze.

Altberühmt ist die Gattung Cedrus oder Zeder, die, der Lärche in vielen Beziehungen ähnlich, sich schon durch die Tracht und die dunklere Färbung der im Winter nicht abfallenden Nadeln von ihr unterscheidet. Die männlichen sowohl wie die weiblichen Geschlechtssprosse sind bei der Zeder von Nadeln umgeben (Abb. 95, A 1; B 1, 3 und 5), und die Pollensäcke springen mit Längsrissen auf (Abb. 95, A 2; B 2). Ferner stehen die Schuppen der mehrere Jahre zu ihrer Reife benötigenden Zapfen viel gedrängter, so daß auch die Deckschuppen nicht sichtbar sind; schließlich zerfallen die Zapfen in ihre einzelnen Schuppen. Die Samen sind durch besonders breite Flügel ausgezeichnet.

Die Gattung hat jetzt eine sehr beschränkte Verbreitung, ihre zwei bis drei Arten finden sich nur in einigen Gebirgen des Mittelmeergebietes sowie im westlichen Himalaja und in den angrenzenden Gebieten. Früher muß die Gattung einen viel ausgedehnteren Wohnsitz gehabt haben, wie die Reste aus der Kreidezeit Englands, Frankreichs und Belgiens sowie aus der Tertiärzeit Ostsibiriens beweisen. Aus Belgien sind auch Zwischenstufen nach den fünfnadeligen Kiefern hin bekannt geworden.

Die einzelnen Arten zeigen so geringe Unterschiede, daß sie von manchen Botanikern zu einer Art vereinigt werden; die Himalajaart hat jedoch längere Nadeln und größere Zapfen, welch letztere bei den Mittelmeerformen am Scheitel eingedrückt sind. Auch sind bei letzteren die Zapfenschuppen feinfilzig, bei der Himalajaform aber kahl, in der Jugend sogar bereift.

Am bekanntesten ist die echte oder Libanonzeder, C. libani oder C. cedrus (Abb. 95, B), ein stattlicher, bis 40 m hoher Baum mit graubrauner Rinde, der zwar anfangs eine pyramidenförmige Krone mit überhängendem Wipfel hat, sie aber später unregelmäßig schirmförmig werden läßt. Die bis 35 mm langen Nadeln sind meist dunkelgrün, selten blaugrün oder silbergrau, die Zapfen 8—10 cm lang, 5—7 cm dick. Ihre größte Verbreitung hat diese Zeder im zilizischen Taurus und Antitaurus, wo sie in 1300—2100 m Meereshöhe noch ganze Wälder bildet; ferner findet sie sich auf Zypern und den nordsyrischen Gebirgen, Amanus und Alher dagh, sowie in einigen Hainen (Taf. 18, b) auch noch im subalpinen Libanon, wo sie im frühen Altertum, zur Zeit Hirams, ausgedehnte Wälder gebildet hat. Hier existieren, von der Regierung geschützt, noch einige gewaltige Stämme, die einen Umfang bis zu 12 m aufweisen und ein Alter von 2—3000 Jahren haben sollen. Auch im Atlas kommt diese Art im Verein mit C. atlantica vor.

Bekanntlich spielte das Zedernholz im Altertum eine bedeutende Rolle: im Gesetz des Moses wird es als Opfergabe erwähnt, das Dach des Dianatempels von Ephesos bestand daraus, und später diente es beim Bau vieler orientalischer Kirchen, so der berühmten Kirche der Kaiserin Helena in Jerusalem. Auch als Gebälk des von König Salomo aufgeführten Tempels soll Zedernholz verwendet worden sein; ferner gebrauchte man es in Syrien und Ägypten zum Schiffbau. Freilich läßt sich schwer feststellen, wie weit wirkliches Zedernholz, wie weit das Holz anderer Koniferen bei alledem benutzt wurde. Das Wort Zeder, griechisch κέδρος, bedeutet eigentlich nur „wohlriechendes Holz", die Libanonzeder hieß Kedros thaumaste, wunderbare Zeder. Wahrscheinlich verwertete man wirkliches Zedernholz für Haus- und Schiffsbauzwecke außer in der unmittelbaren Heimat der Zeder nur selten, da es weich und nicht sehr dauerhaft ist, und sein Transport von den Bergen nach der Küste mühsam und teuer gewesen sein

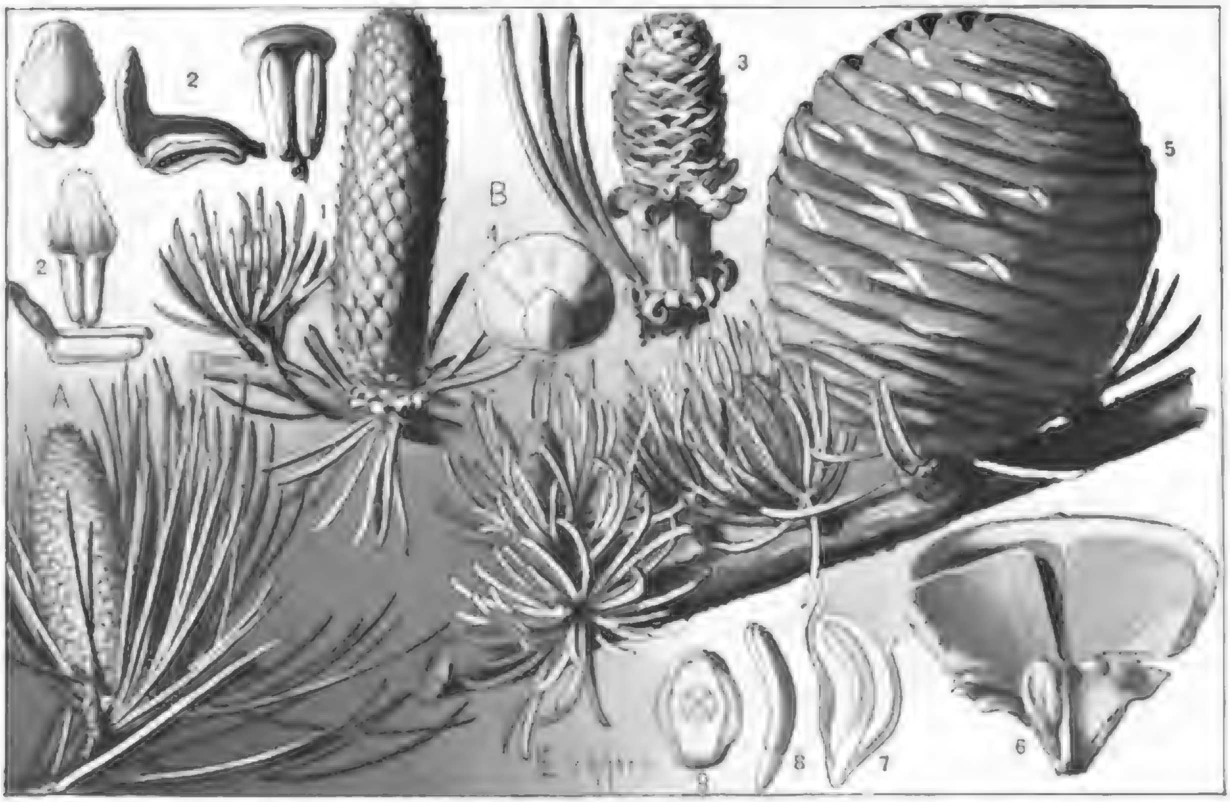


Abb. 95: Zeder (Cedrus).

A) Cedrus deodora: 1) Zweig mit männlichem Geschlechtssproß; 2) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert. B) Cedrus libani: 1) Zweig mit männlichem Geschlechtssproß; 2) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichem Geschlechtssproß, vergrößert; 4) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses; 5) Zweig mit Fruchtzapfen; 6) Fruchtschuppe mit Samen; 7) Same im Längsschnitt, vergrößert; 8) dem Samen entnommener Keimling, vergrößert; 9) Same im Querschnitt, vergrößert.

muß. Das bei den Römern so hoch im Ansehen stehende Zedernholz stammt von der nordafrikanischen Konifere Callitris articulata, und auch die feineren Holzarbeiten und die Särge Ägyptens dürften wohl in der Hauptsache hieraus verfertigt worden sein, während in Syrien wohl mehr die verschiedenen Wacholderarten, Juniperus excelsa, phoenicea usw., verwendet wurden. Wenn demnach die ehemalige Verwertung der Zeder als Bau- und Werkholz für den Export wahrscheinlich nicht bedeutend gewesen ist, so wird ihr Holz zweifellos um so mehr als Räucherwerk in den Handel gekommen sein; die Holzspäne wurden zum Einbalsamieren der Leichen benutzt, Kostbarkeiten wurden in Kästchen aus Zedernholz verwahrt, das Zedernöl diente als Schutz gegen Wurmfraß usw. Letzteres hatte auch als Heilmittel einen guten Ruf, und ebenso wurde Zedernholz bis in die jüngste Zeit in den Apotheken als Arzneimittel geführt; das Zedernharz, das aus der Rinde ausfließt oder durch Einschnitte gewonnen wird, war ebenfalls offizinell. Das meist durch Destillation des Holzes erzeugte Zedernöl dagegen war als Parfüm sowie zur Herstellung von Zahntinkturen usw. beliebt; jetzt wird statt dessen meist das Abfallholz der virginischen Zeder, Juniperus virginiana, benutzt, das auch zur Bleistiftfabrikation dient, während das zur Herstellung von Zigarrenkisten verwertete sogenannte Zedernholz von der Meliazee Cedrela odorata herstammt.

Wenn also auch die wirtschaftliche Bedeutung der Libanonzeder nicht hervorragend ist, so spielt sie doch eine große Rolle als Zierbaum. Im Jardin des plantes zu Paris steht noch die Zeder, die Tournefort im Jahre 1734 als junges Pflänzchen vom Libanon mitgebracht hat. Besonders gut gedeiht die Zeder an den norditalienischen Seen, bei Meran, am Genfer See und vor allem in England. Hier ist sie namentlich als Einzelbaum auf den weiten Wiesenflächen der englischen Parke außerordentlich beliebt, da sie meist prächtige Formen annimmt und mit ihrer dunklen Belaubung und den weit ausladenden, nicht selten bis zur Basis des Stammes herabreichenden Ästen oft geradezu majestätisch wirkt. Auch am Rhein hält die Zeder noch im Winter aus, in Norddeutschland verlangt sie Bedeckung während der rauhen Jahreszeit. Ihre Kultur ist leicht, da die Samen gut keimen und die jungen Bäume schnell wachsen; dagegen lassen sich die Pflanzen schwer versetzen. In Mexiko dient die Zeder übrigens auch als Kulturbaum zur Aufforstung in größerem Maßstabe.

Die Atlas- oder Silberzeder, C. atlantica, wird häufig nur als Spielart der Libanonzeder angesehen, unterscheidet sich aber von ihr durch die pyramidenförmig bleibende Krone mit aufrechtem Wipfel, die meist blaugrüne Färbung der kleineren, dickeren und steiferen Nadeln, die kürzeren Äste und die nur 5—6 cm langen, 4 cm dicken Zapfen. Sie findet sich wild nur auf dem Atlas, ist aber in vielen anderen Gegenden gleichfalls in Kultur genommen worden.

Die Himalaja- oder Deodorazeder, C. deodora (Abb. 95, A), deren bis 50 mm lange, kaum abgeplattete Nadeln meist hellgrün gefärbt sind, und deren Zapfen bis 12 cm lang werden, ist ein prächtiger, bis 50 m hoher Baum, der im nordwestlichen Himalaja in 1500—3900 m Meereshöhe ausgedehnte Wälder bildet, sich aber auch noch in Belutschistan und Afghanistan findet. Als heiliger Baum — devadara heißt Gottesbaum — wird diese Zeder von den Hindus häufig in der Nähe der Tempel angepflanzt. Ihr dauerhaftes Holz wird bei Erd- und Wasserbauten viel benutzt. In Europa gedeiht sie in denselben Gegenden wie die Libanonzeder; sie wurde im Jahre 1822 in England eingeführt, wo sie sich als herrlicher Parkbaum heimisch gemacht hat. Auch auf dem Karst bei Triest, wo man sie in Beständen anderer Nadelhölzer angepflanzt hat, gedeiht sie gut.

Die Gattung Pinus oder Kiefer ist von allen Koniferengattungen der Gegenwart die wichtigste, da ihre 70 Arten, obwohl sämtlich auf die nördliche Hemisphäre beschränkt, doch infolge ihres geselligen Vorkommens als Waldbäume Flächen bedecken wie keine andere Nadelholzgattung. Großen Gebieten der gemäßigten Zone sowohl in Amerika als auch in Europa und Asien prägen die endlosen Kiefernwaldungen geradezu ihre Physiognomie auf, und als Folge davon ist das Kiefernholz in diesen Gegenden das vor allem gebräuchliche Bau- und Werkholz. Aber nicht nur unter den Nadelhölzern, sondern unter allen baumförmigen Pflanzengattungen nimmt wahrscheinlich die Kiefer hinsichtlich der Bodenfläche, die sie bedeckt, den ersten Platz ein. Höchstens die Eiche könnte mit ihr in Konkurrenz treten durch ihre zahlreichen amerikanischen, vorder- und ostasiatischen Arten sowie infolge ihrer Verbreitung in den Tropen; sie dürfte aber in diesem Wettstreit mit der Kiefer wohl unterliegen, da sie in den Tropen stets nur mit anderen Bäumen gemischt auftritt, also keine allzu großen Landstrecken bedeckt.

Auch fossil ist die Kiefer seit langem bekannt, schon aus der Kreidezeit, in der auch Mittelformen zwischen ihr und der Zeder vorkommen. Damals reichte ihr Verbreitungsgebiet noch bis Grönland und im mittleren Tertiär noch bis Spitzbergen. Im Spättertiär kennt man sogar schon unsere gemeine und Bergkiefer aus Italien und Südfrankreich, und in der Quaternärzeit kommt die Schwarzkiefer, in der Glazialzeit die Zirbelkiefer hinzu.

Während man früher annahm, daß der Bernstein des Samlandes das Harz einer Fichte, der Picea succinifera, sei, ist man jetzt der Ansicht, daß er ein Kiefernharz ist, das vielleicht sogar von mehreren Kiefernarten stammt, da man nach den Blatt- und Blütenresten im baltischen Bernstein nicht weniger als vier verschiedene Kiefern zu unterscheiden vermag.

Die Kiefern weichen von allen anderen Koniferengattungen darin ab, daß ihre Nadeln paarweise bzw. zu dreien oder fünfen kleine, von einer häutigen Scheide umgebene Bündel

bzw. Kurztriebe bilden. Die Nadeln sind nie ganz flach, wohl aber durch den gegenseitigen Druck zwei- oder mehrkantig, oberseits zwar heller als unterseits, aber nicht silberstreifig, auch nicht stumpf oder ausgerandet. Die Pollensäcke (Abb. 96, A 3, B 3 und 4; Abb. 100, B 2) springen der Länge nach auf. Die männlichen Geschlechtssprosse sitzen gehäuft (Abb. 96, A 1) an Stelle von Kurzsprossen, die weiblichen (Abb. 96, A 5) stehen einzeln oder zu wenigen beisammen (Abb. 100, A 1) an Stelle von Langsprossen. Erstere sind durch ihre Menge und gelbe Farbe leicht erkennbar, letztere meist rötlich oder bräunlich und leicht übersehbar. Die Zapfen haben nur kleine, verkümmerte Deckschuppen (Abb. 100, A 5), aber dafür um



Abb. 96: Kiefer (Pinus), Untergattung Pinaster.

A) Pinus silvestris: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken in Seiten- und Vorderansicht, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß; 5) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses; 6) Fruchtzapfen; 7) Fruchtschuppe mit zwei Samen; 8) Same, vergrößert; 9) Same im Längsschnitt, vergrößert; 10) Same im Querschnitt, vergrößert. B) Pinus pinea: 1) Männlicher Geschlechtssproß; 2) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 3) Fruchtzapfen im Längsschnitt; 4) Nadelpaare; 5) Same im Querschnitt, vergrößert.

so größere, meist stark verholzte Fruchtschuppen, die bei der Reife gewöhnlich auseinanderklaffen (Abb. 96, A 7), aber bei feuchter Luft sich wieder schließen. Die Samen, namentlich die größeren, sind in der Regel geflügelt (Abb. 96, A 6 und 8; Abb. 100, A 7), zuweilen aber auch flügellos (Abb. 96, B 3; Abb. 100, B 5). Die Früchte bedürfen einer zwei- bis dreijährigen Reifezeit, die Keimlinge sind in reichliches Endosperm eingebettet (Abb. 96, A 9 und 10; Abb. 100, B 5 und 6).

Die Gattung zerfällt in zwei Untergattungen, je nachdem der Nabel der Fruchtschuppen pyramidenförmig ist mit zentralem Gipfel, Pinaster (Abb. 96, A 7), oder endständig ohne pyramidenförmige Verdickung, Strobus (Abb. 100, A 6; B 4). Während die Arten der letzteren Untergattung meist fünf Nadeln in jedem Kurztriebe haben, gliedert sich Pinaster in die drei Sektionen Pinea, Taeda und Pseudostrobus, je nachdem eine, drei oder fünf

Nadeln zusammenstehen. Eine andere, vielleicht naturgemäßere Einteilung der Gattung beruht darauf, daß die Blätter teils ein einfaches Gefäßbündel im Zentralstrang aufweisen (Sektion Haploxylon), teils doppelte Gefäßbündel haben (Sektion Diploxylon). Erstere Gruppe umfaßt im wesentlichen die Arten der Sektion Strobus sowie einige Arten von Pinaster, die letztere den Rest von Pinaster.

Für uns hat die größte Bedeutung die Sektion Pinea, unter deren 20 Arten sich die meisten europäischen Arten befinden, vor allem unser wichtigster Waldbaum, die gemeine Kiefer.

Die Föhre oder gemeine Kiefer, Pinus silvestris (Abb. 97), ist ein bis 40 m hoher Baum mit zuerst gelbroter, abblätternder Rinde, die später einer rissigen graubraunen, innen rostroten Borke Platz macht. Die Krone ist nur zuerst kegelförmig, später werden die unteren Zweige abgeworfen, und der Baum erhält dann ein schirmförmiges Aussehen. Die zu zweien beisammenstehenden Nadeln sind 3—8 cm lang, unterseits dunkelgrün, oberseits blaugrün, und dauern mehrere, manchmal sogar vier Jahre aus. Während die dichtgedrängten männlichen Geschlechtssprosse (Abb. 96, A 1) durch ihre schön schwefelgelbe Farbe auffallen, sind die weiblichen purpurfarben (Abb. 96, A 5), senken sich nach dem Abblühen und wachsen zu graubraunen, glanzlosen, $2^1/_2$—7 cm langen gestielten und zurückgekrümmten Zapfen (Abb. 96, A 6) aus. Die Blütezeit fällt in die Monate Mai und Juni, die Reife in den Oktober des nächsten Jahres, während die Samen erst im folgenden Frühjahr zum Ausfliegen gelangen. Der Name „Kiefer" ist aus Kien-Föhre durch Zusammenziehung entstanden.



Abb. 97: Kiefer (Pinus silvestris) im Elbsandsteingebirge. Nach Photographie von G. Kuhfahl in Dresden.

Die Föhre ist ein in Mitteleuropa besonders auf sandigen Böden der Ebene überaus häufiger Waldbaum, der sich selten mit anderen Nadel- oder Laubhölzern mischt und den größten Teil der norddeutschen Wälder bildet. Sehr häufig ist sie im östlichen Teil der norddeutschen Tiefebene, wo sie 70 Prozent des Nadelholzes ausmacht, sowie in den angrenzenden Gebieten Polens. Berlin ist geradezu von einem Kranze von Kiefernwaldungen umgeben; so ist die Föhre auch der allgemeine Charakterbaum des Grunewaldes. Im nordwestlichen Deutschland war sie zwar während und nach der Eiszeit vorhanden, wie Moorfunde beweisen, wurde aber später von den Laubbäumen verdrängt, so daß sie im Mittelalter bis auf einzelne Lokalitäten, besonders Dünenhügel, keine größere Rolle mehr spielte. Erst im 18. und 19. Jahrhundert drang sie im Gefolge des Menschen wieder vor und ist jetzt bis auf die Nordseeküste dort überall wieder verbreitet, wenngleich teilweise noch nicht sehr häufig. Auch im niederrheinischen Berglande und im Belgischen soll die Kiefer nicht einheimisch sein, ebenso nicht in der ungarischen Ebene.

In den Mittelgebirgen Europas findet sie sich überall, jedoch herrscht sie hier nicht so vor wie die Fichte. Im Hochgebirge, namentlich in den Alpen, ist sie nur eingestreut, zumal an steilen Hängen, und größere natürliche Bestände gibt es vor allem nur auf Fels- und Schuttboden, kurzum an trockenen Stellen, wo die Föhre den Wettbewerb anderer höher und schneller wachsender Bäume nicht zu fürchten hat, wo also ihre größere Genügsamkeit wirklich zur Geltung kommt. In den Alpen steigt sie gewöhnlich nur bis 1600 m Meereshöhe, zuweilen dringt sie aber auch bis zur Baumgrenze vor, bis 1950 m, in Wallis sogar bis 2200 m.

Den Gebirgen folgend ist die Föhre in Spanien über die Pyrenäen hinaus bis in die Sierra Nevada verbreitet, in Italien auf dem ligurischen Apennin, im Balkan in den mazedonischen Gebirgen und in Serbien; ferner bewohnt sie die Krim, dagegen meidet sie das immergrüne Gebiet der Mittelmeerländer. Im Norden dringt sie in Skandinavien bis 70° vor und bildet dort die nördlichsten Kiefernwaldungen der Erde; östlich verbreitet sie sich durch Rußland und Nordasien bis zum Amurgebiet. In Westsibirien erreicht sie fast den Polarkreis, in Ostsibirien geht sie nur bis 64° nördl. Br., während sie im südlichen Asien noch Kleinasien und den Kaukasus bewohnt und in die Randgebiete Persiens eindringt.

Man unterscheidet zahlreiche Formen der Föhre, wenngleich diese nicht so variabel ist wie die Fichte. So gibt es Pyramidenkiefer (var. fastigiata), Trauerkiefer (var. pendula), Schlangenkiefer (var. virgata), krüppelige Moorkiefer (var. turfosa), krummholzartige Kiefer (var. fruticosa), Strandkiefer (var. litoralis), Schuppenkiefer mit schuppig sich ablösender Borke (var. annulata), kleinblätterige Kiefer (var. parvifolia), rotblütige Kiefer (var. erythranthera) und viele andere. Eine im Engadin vorkommende Form mit harzigen Knospen und lange (bis zu fünf Jahren) ausdauernden Kurztrieben wird sogar unter dem Namen P. engadinensis als Unterart angesehen. Bei einer nordskandinavischen Unterart, P. **Frieseana**, sollen sich die Kurztriebe bis zu acht Jahren halten.

Die Föhre ist das wichtigste Nadelholz Deutschlands und wird, da kein einziger Baum bei uns sandige Gebiete derart auszunutzen vermag, im größten Maßstabe in der Forstkultur verwendet. Das Holz dient als Werk-, Bau- und Brennholz; es wird beim Haus- und Schiffbau verwertet, Bretter, Latten, Stangen, sogar Schiffsmaste werden daraus verfertigt. Unter dem Hobel reißt es leicht; auch der starke Terpentingehalt ist bei der Benutzung für Tischlereizwecke nicht erwünscht, desto besser kommt er der Verwendung als Brennholz zustatten. Namentlich altes, harzreiches Holz sowie das stark von Harz und Terpentinöl durchtränkte rotbraune sogenannte Kienholz der Wund- und Bruchstellen hat großen Brennwert. Auch zur Kohlenbrennerei wird Föhrenholz verwendet, und die Rinde dient in der Gerberei.

Häufig wird auch der Terpentin, der in den Harzkanälen der Rinde und des Holzes enthalten ist, durch Einschnitte gewonnen und kommt als deutscher oder gemeiner Terpentin in den Handel. Durch seine Destillation erzielt man Terpentinöl, während der Rückstand das als Geigenharz benutzte Kolophonium darstellt. Durch trockene Destillation des Holzes erhält man Teer, Kienöl und schwarzes oder Schiffspech. Das von selbst aus der Rinde ausschwitzende Harz liefert, in Kesseln gekocht und ausgepreßt, das gewöhnliche, durch Destillation das weiße oder burgundische Pech. Durch Auffangen des Rauches unvollständig verbrennenden harzreichen Kiefernholzes gewinnt man Kienruß.

Die Nadeln der Kiefer werden ebenso wie die der Fichte häufig als Waldstreu benutzt, der Blütenstaub, der früher als Schwefelregen abergläubisch gefürchtet wurde, wird ähnlich wie Bärlappsamen in den Apotheken als Streupulver verwendet. Die jungen Sprosse dienten früher als Heilmittel gegen Gicht und Rheumatismus und werden zuweilen als Hopfensurrogat bei der Bierbereitung herangezogen. Eine Zeitlang hat man auch die durch Mazeration gelösten und von den anderen Blatteilen befreiten Fasern der Nadeln als sogenannte Waldwolle anstatt der Pferdehaare als Polstermaterial und sogar zur Herstellung von Gespinsten benutzt, doch sind diese Produkte den kolonialen Rohmaterialien gegenüber nicht konkurrenzfähig.

Die zweite in Deutschland weitverbreitete Kiefernart ist die Berg- oder Krummholzkiefer, P. montana (Abb. 98), die sich durch ihren kurzen Stamm, die pyramidenförmige Krone, die harzigen Winterknospen, die beiderseits lebhaftgrünen, kurzen, oft sichelförmig gekrümmten, stumpfen Nadeln, die oft quirlig angeordneten, fast sitzenden, abstehenden oder schief abwärts gerichteten kleinen und glänzenden Zapfen leicht von der Föhre unterscheidet. Der Wuchs dieser Kiefer ist niedrig, oftmals strauchig oder mit im Kreise niederliegenden Stämmen und aufrechten Ästen; jedoch erreicht der Baum zuweilen eine Höhe bis zu 25 m.

Der Baum ist bestandbildend auf den Gipfeln der höheren Mittelgebirge, z. B. des Riesen-, Erz- und Fichtelgebirges, des Böhmischen und Bayerischen Waldes, des Schwarzwaldes, der Vogesen und des Juras, ferner in der subalpinen Region der Alpen von der Schweiz bis Bosnien und Montenegro sowie in den Abruzzen, in den Pyrenäen und Nordostspanien einerseits, im Karpathengürtel anderseits. Außerdem bewohnt die Bergkiefer die Moore von Vorgebirgen und Hochebenen und dringt in der Lausitz und Schlesien sogar bis in das Flachland vor. Vor der Eiszeit sowie in den Zwischeneiszeiten bewohnte sie auch Nordwestdeutschland. In den Alpen finden sich die Krummholzbestände oberhalb der Baumregion bis zu 2300 m Meereshöhe und bilden dort fast undurchdringliche Dickichte, in denen sich schon häufig Menschen verirrt haben und umgekommen sind, während diese Gehölze anderseits wieder den Hirten das Brennholz und den tiefer gelegenen Dörfern und Feldern Schutz gegen Lawinen und Steinschlag gewähren.



Abb. 98: Krummholzkiefer (Pinus montana) im Riesengebirge. Nach Photographie von G. Kuhfahl in Dresden.

Man unterscheidet mehrere Unterarten: P. uncinata oder uliginosa, die Moor-, Sumpf- oder Hakenkiefer, mit am Grunde schiefen Zapfen und zuweilen hakenförmig zurückgekrümmtem Nabel der Zapfenschuppen, ferner P. pumilio, das eigentliche Krummholz, Knieholz, auch Legföhre oder Latsche genannt, mit nicht schiefen, bis zur Reife deutlich bereiften Zapfen, und P. mughus, gleichfalls Krummholz oder Krümpen genannt, mit niemals bereiften Zapfen, deren Schuppennabel eine stechende Stachelspitze tragen. Alle drei Unterarten finden sich sowohl im Gebirge als auch in niedriger gelegenen Mooren, uncinata mehr in Böhmen, Schlesien, den Sudeten, aber auch in den Westalpen, pumilio im ganzen Verbreitungsgebiet, mughus meist in östlichen Gegenden von Oberbayern an. P. pumilio und mughus haben gewöhnlich Knieholzcharakter, P. uncinata meist aufrechten, häufig baumartigen Wuchs.

Die Bergkiefer ist besonders harzreich, und das Krummholz- oder Latschenöl wurde früher gern als Heilmittel benutzt und wird zuweilen auch jetzt noch als solches angepriesen. Als Zierpflanze kommt diese natürlich winterharte Art immer mehr in Aufnahme; sie eignet sich wegen ihres dichten, buschigen Wuchses in der Tat vorzüglich für größere Gartenanlagen und Parke. Aber auch als Forstpflanze, namentlich zur Aufforstung kahler Gipfel oder mooriger Strecken, ist das Krummholz geschätzt, und größere Anpflanzungen findet man schon im Oldenburgischen, bei Bremen, in Franken sowie auf dem Inselsberge in Thüringen.

Die **Schwarzkiefer**, *P. nigra* (Taf. 19, a), auch als *P. laricio, nigricans* oder *austriaca* bekannt, ist eine dritte Art dieser Gruppe, die noch in Mitteleuropa wild vorkommt, freilich nicht mehr in Deutschland. In den östlichen Alpen tritt sie vom Wiener Wald an, namentlich auf Kalk, sowie in den südlichen Karpathen als bestand- und häufig sogar waldbildender Baum auf. Sie ist in Südeuropa als Gebirgsbaum weitverbreitet, so in Spanien in den Pyrenäen und in Katalonien, in Südwestfrankreich in den Sevennen, auf Korsika, in Italien bis zur Südspitze sowie Sizilien, auf der ganzen Balkanhalbinsel einschließlich Griechenland und Kreta, ferner in Kleinasien, Zypern und der Krim.

Die Schwarzkiefer ist ein bis 45 m hoher Baum, der seinen Namen von der grauschwarzen Borke hat. Der schnurgerade emporsteigende, für Mastbäume wie geschaffene Stamm erreicht häufig ganz außerordentliche Dimensionen. So wurde in Korsika, dessen Charakterbaum diese „korsische Kiefer" ist, ein 45 m hoher Baum gefällt, der 1 m über der Basis 8 m Umfang und in 14,2 m Höhe noch einen Umfang von 6,6 m aufwies. Die Nadeln der Schwarzkiefer sind bedeutend länger als die der gemeinen Kiefer, auch steifer und dunkler grün; ihre Zapfen sind größer, fast sitzend und rechtwinkelig abstehend. Die Schwarzkiefer ist viel schöner als unsere Kiefer: die Äste sind gedrängter und regelmäßiger quirlförmig angeordnet, die Krone ist breit-eiförmig, und nur auf felsigem Boden fallen die unteren Zweige der Krone ab, so daß der Baum ein schirmförmiges Aussehen erhält. Ganz im Gegensatz zu dem eintönigen und indifferenten Aussehen unserer Kiefernbestände haben die Schwarzkiefernwälder der südeuropäischen Gebirge einen ernsten, fast finsteren und majestätischen Charakter.

Man benutzt diese Kiefer gleichfalls zur Terpentingewinnung, indem man bis in das Holz dringende Kerben einschlägt, die man allmählich etwas vertieft, um den nachlassenden Harzausfluß immer von neuem anzuregen; auch wird zum gleichen Zwecke häufig die Rinde auf der einen Seite des Baumes abgeschält. Das Holz wird wie das unserer Kiefer benutzt und ist in dem waldarmen Mittelmeergebiet von besonderer Bedeutung, zumal es auch im Wasser sehr haltbar ist. Der Baum empfiehlt sich, da seine Ansprüche an Feuchtigkeit gering sind, zur Aufforstung trockener Kalkgebiete und ist besonders im Karstgebirge mit Erfolg angepflanzt worden.

Im Gegensatz zu der im Mittelmeergebiet auf die Berge beschränkten Schwarzkiefer werden dessen tiefer liegende Teile bis zur Küste von zwei anderen Kiefernarten bewohnt, der **Strandkiefer**, *P. pinaster*, und der **Aleppo- oder Seekiefer**, *P. halepensis*.

Die erstere herrscht im westlichen, die letztere im östlichen Teile des Mittelmeergebietes vor, in Italien und der Provence sind aber beide Arten häufig. Sie sind einander zwar ähnlich, wurden und werden auch häufig miteinander verwechselt, sind aber doch leicht voneinander zu unterscheiden. Die Strandkiefer ist ein bis 30 m hoher Baum mit kegelförmiger Krone und rötlichgrauer bis braunroter Rinde, die Aleppokiefer wird nur bis 15 m hoch und hat eine im Alter schirmförmige Krone sowie aschgraue Rinde. Jene hat 12—20 cm lange fast stechende, glänzend grüne, diese nur bis 9 cm lange schlaffe, spitze, hell- oder graugrüne Nadeln. Die Zapfen der ersteren sind kurzgestielt, schief abwärts abstehend, ungleichseitig, braun gefärbt und 10—20 cm lang, 5—8 cm dick, die der letzteren hängen an einem langen, bogenförmigen Stiel, sind rotbraun oder hellgelb, bis 10 cm lang und 4 cm dick. Die Samen beider Arten sind schwarz mit dunklem Flügel. Beide Bäume sind bestandbildend und vertreten in ihrer Heimat in jeder Beziehung unsere gemeine Kiefer. Sie sind sehr anspruchslos und haben harzreiches, weißes Holz, das zu Bau- und Brennzwecken in ihrer holzarmen Heimat überall Verwendung findet und den Griechen das beste Schiffbauholz liefert.

Die Harzprodukte der **Strandkiefer** werden in Südwestfrankreich, wo sie ausgedehnte Wälder, Pignadas, bildet, in den Landes de Bordeaux in umfassendster Weise ausgebeutet, indem sowohl das in den künstlich gemachten Einschnitten sich anhäufende Terpentin (gemme) als auch das an den Wunden ausgeschiedene Harz (galipot) sowie das vom Boden aufgelesene Harz (barias) gesammelt wird. Das Terpentin von Bordeaux, das **burgundische Pech**, und ein sehr guter Kienruß sind Produkte des Baumes.

Die Rinde der **Aleppokiefer** dient zum Gerben, auch werden Harz und junge Früchte zum Haltbarmachen des Weines (**resinierter Wein** oder **Harzwein**) benutzt, vor allem in Griechenland und im Orient. Im Altertum war der Baum dem Dionys heilig, die Spitze des Thyrsosstabes der Bacchanten war von einem Zapfen dieser Kiefer gekrönt. „Poseidons Fichtenhain" bestand wahrscheinlich aus Kiefern, und die Sieger der isthmischen Spiele wurden mit Kiefernzweigen bekränzt.



a) Schwarzkiefer (Pinus nigra) in den österreichischen Alpen.
Nach Photographie von K. Heller in Wien.



b) Pinienwald bei Beirut in Syrien. Nach Photographie.

In Kultur finden sich beide Arten, hauptsächlich in südlichen Gegenden, die Strandkiefer mehr als Zierbaum in Parken, die Aleppokiefer mehr als Waldbaum zur Aufforstung kahler Hänge, wie des Karstgebirges, sowie sandiger Gegenden und Dünen. Namentlich die Unterart P. brutia, die vor allem in Vorderasien vom Küstenland Kleinasiens, Syriens und Palästinas bis nach Nordpersien und Afghanistan verbreitet ist, eignet sich gut hierfür; insbesondere sind schon große Gebiete der waldarmen adriatischen Küstenländer auf diese Weise wiederaufgeforstet worden. Zuweilen wird die Pyrenäenkiefer, P. pyrenaica, als besondere Art angesehen; sie steht aber der Aleppokiefer so nahe, daß man sie besser mit ihr vereinigt.

Eine gleichfalls sehr wichtige Kiefernart der Mittelmeerländer ist die Pinie, P. pinea (Taf. 19, b), ein nur bis 15 m hoher Baum mit rissiger, graubrauner Rinde und ausgesprochen schirmförmiger Krone, dessen Winterknospen im Gegensatz zu denen der beiden vorhergehenden Arten harzfrei sind.

Die Art ist durch lange Nadeln (Abb. 96, B 4) gekennzeichnet, vor allem aber durch ihre großen, 8—15 cm langen und besonders dicken, bis 10 cm breiten Zapfen (Abb. 96, B 3), deren zimtbraune, hartschalige, große Samen nur von einem schmalen Flügelsaum umgeben sind. Diese mandelartig schmeckenden Piniennüsse, Pignolen oder Piniolen werden roh oder in verschiedener Zubereitung gegessen, auch preßt man ein fettes Öl daraus. In vielen Gegenden bilden die Pinienſamen sogar einen Ausfuhrartikel. Man hat ferner Sorten mit dünnen Samenschalen (var. fragilis) gezüchtet, die natürlich besonders beliebt sind. Die Pinie ist jetzt von Portugal bis Syrien verbreitet, ob durch Kultur oder ursprünglich, ist zweifelhaft; in Nordafrika scheint der Baum erst eingeführt worden zu sein, nach der Auffassung mancher Forscher auch in Südeuropa. In Griechenland, besonders im Peloponnes, bildet die Pinie ganze Wälder, ebenso bei Beirut in Syrien, wo sie zum Schutz gegen den Dünensand angepflanzt wurde. In Italien ist namentlich der 40 englische Meilen längs der Küste sich erstreckende Pinienwald von Ravenna berühmt. Auch noch in Südtirol bis Bozen wird die Pinie kultiviert, in Deutschland gedeiht sie nirgends.

Nur in den Hochgebirgen Montenegros, Süddalmatiens und der östlichen Herzegowina findet sich die Panzerföhre oder Schlangenhautkiefer, P. leucodermis, ein gewöhnlich bis 20 m hoher, an der Baumgrenze in 1200—1800 m Meereshöhe bestandbildender Baum mit pyramidaler Krone und aschgrauer Stammrinde, die durch Längs- und Querrisse in bis 16 cm lange und 8 cm breite Felder unregelmäßig aufspringt.

In Japan vertreten die japanische Strandkiefer, P. Thunbergi, und die japanische Rotkiefer, P. densiflora, die Sektion Pinea, letztere mit zuerst gelbroter Rinde, rotbraunen Knospen und bläulichgrünen, dünnen Nadeln unserer gemeinen Kiefer ähnlich, erstere mit grauer Rinde, fast weißen Knospen und starren, stechenden, frischgrünen Nadeln der südeuropäischen Strandkiefer nahestehend. Es sind etwa 35 m hohe Bäume, die auch in ihrer Tracht unseren Kiefern ähneln und vom Meeresstrande an bis 1000 m hoch ins Gebirge die trockeneren Hänge als Wälder oder gemischt mit anderen Bäumen bedecken. In China finden sich beide Arten nur in den nördlichen Gebieten, während in Ost- und Südchina sowie auf Formosa die chinesische Kiefer, P. Massoniana, vorherrscht, die im westlichen Hinterindien, Sumatra und Borneo von der malaiischen Kiefer, P. Merkusii, abgelöst wird.

Noch mehr Arten der Sektion Pinea wachsen in Nordamerika, ein Teil auf der Ostseite des Kontinentes, z. B. die auf sandigem Boden häufige Jerseykiefer, P. virginiana oder inops, mit aufwärts gekrümmten Dornen an den Zapfenschuppen, ferner die in den mittleren und südlichen Staaten vorkommende, einen Teil des Yellow-pine-Holzes des Handels liefernde Fichtenkiefer, P. echinata oder mitis, mit sehr kurzem, etwas eingebogenem Nabeldorn und fichtenähnlichem Wuchs, sodann die meist strauchige, mit dem magersten Boden vorliebnehmende Strauchkiefer, P. Banksiana, und die in Kanada und Neuschottland heimische Rot- oder Harzkiefer, P. resinosa, sowie die durch stachelige Zapfenschuppen ausgezeichnete Stechkiefer, P. pungens. Andere Arten sind auf die Westseite Nordamerikas beschränkt, z. B. die Drehkiefer, P. contorta, mit stark gedrehten Nadeln, die von Alaska bis Kalifornien verbreitet ist, sowie die kalifornische Stachelkiefer, P. muricata, deren zitzenförmig verlängerte Schuppenenden der Zapfen in kegelförmige Dornen auslaufen. Ein großer Teil dieser amerikanischen Kiefern ist in Deutschland schon eingeführt.

Die durch dreinadelige Kurztriebe gekennzeichnete Sektion Taeda ist im wesentlichen auf Nordamerika beschränkt, jedoch bewohnen einige Arten Ostasien und den Himalaja.

Daß diese Abteilung früher weiter verbreitet war, davon legt die herrliche kanarische Kiefer, P. canariensis, Zeugnis ab, die auf den Kanarischen Inseln, in 1500—2000 m Meereshöhe, ausgedehnte

Wälder bildet und Zapfen von 17 cm Länge trägt. Sie hat ein vorzügliches Holz, namentlich für Schiff- und Wasserbauten, auch bildet sie Wurzelschößlinge und treibt nach der Abholzung wieder aus. Im Mittelmeergebiet wird sie als Zierbaum angepflanzt, für das deutsche Klima ist sie nicht hart genug.

Ein schöner Baum ist ferner Bunges Kiefer, P. Bungeana, ein zentralchinesischer Baum, der auch bei Peking angepflanzt wird und durch seine weiße, sich in dünnen Platten ablösende Rinde gekennzeichnet ist. Seine nächsten Verwandten hat er im südwestlichen China in der Yünnankiefer, P. yunnanensis, sowie in mehreren Himalajaarten, unter denen die von Afghanistan bis Kunawur in den trockeneren, hochgelegenen Tälern verbreitete Gerards Kiefer, P. Gerardiana, zollgroße zylindrische, kurzgeflügelte, eßbare Samen, die in tieferen, wärmeren Gegenden wachsende langnadelige Kiefer, P. longifolia, 30—40 cm lange Nadeln hat. Die Khasyakiefer, P. khasya, bewohnt nur den östlichen Himalaja und die hinterindischen Gebirge, während ihre Verwandte, die Inselkiefer, P. insularis, sich nur auf den Philippinen findet.



Abb. 99: Gelbkiefer (Pinus ponderosa) auf felsigem Berggipfel in Kalifornien, 2700 m ü. M. Nach Photographie von A. Aaronsohn.

Unter den amerikanischen Arten der Sektion Taeda gibt es eine Reihe bemerkenswerter Formen. Vor allem ist die große Wälder bildende Weihrauchkiefer, P. taeda, zu erwähnen, die, da sie nur in den südlichen atlantischen Staaten bis Texas heimisch ist, in Deutschland den Winter schlecht verträgt, ferner die gleichfalls aus den Südstaaten stammende, aber viel längere Nadeln tragende Sumpf- oder Besenkiefer, P. palustris oder australis, die ebenso wie jene ein weihrauchartiges Harz ausschwitzt, das als Ersatz des echten Weihrauches unter dem Namen Thus americanum offizinell ist. Viel wichtiger ist die Ausnutzung dieser beiden Bäume auf Terpentin und im Holzhandel, und zwar kommt das Holz der Sumpfkiefer unter dem Namen Pitch-Pine in großen Massen nach Europa, wo es namentlich in Bergwerken verwendet wird, während es in Amerika einen Teil des Yellow-pine-Holzes des Handels ausmacht. Ein anderer Teil dieses Holzes wird dagegen von der Gelbkiefer, P. ponderosa (Abb. 99), geliefert, die in Oregon und Kalifornien einen wichtigen, bis 100 m hohen Waldbaum mit vortrefflichem Holz darstellt und auch in Deutschland als Zierbaum wie zur Aufforstung verwendet wird; sie ist durch eine sehr dicke, tiefrissige, rotbraune Rinde, 25 cm lange Nadeln und lebhaft braune Zapfen mit bis 30 mm langen Samenflügeln gekennzeichnet. Auch die nahe verwandte Pechkiefer, P. rigida, aus den nordöstlichen Vereinigten Staaten, ein nur 28 m hoher Baum mit schwarzgrauer, rissiger Rinde, 18 cm langen Nadeln, hell ledergelben Zapfen und bis 21 mm langen Samenflügeln, wird als Zierbaum und

zur Aufforstung, namentlich in den östlichen Provinzen Preußens, verwendet; sie vermehrt sich auch durch Stockausschlag. Von ihr stammt das in Amerika so beliebte Pitch-Pine-Holz, während, wie bemerkt, im europäischen Handel das Holz von P. palustris diesen Namen trägt. Durch sehr ungleichseitige Zapfen ist die kalifornische, bis 30 m hohe, äußerst schnellwüchsige Montereykiefer, P. insignis, gekennzeichnet, die aber unsere nordischen kalten Winter schlecht verträgt. Blaugrüne oder weißbereifte junge Triebe hat die in Deutschland gut ausdauernde, dekorative und gleichfalls als Zier- und Waldbaum angepflanzte Jeffreys Kiefer, P. Jeffreyi, aus Kalifornien, mit eßbaren, den Piniennüssen ähnlichen Samen; ferner Coulters Kiefer, P. Coulteri, ein bis 35 m hoher Baum Kaliforniens, dessen Zapfen bis 40 cm lang und 2 kg schwer werden, und dessen 20 mm lange Samen lang geflügelt sind; schließlich die bis 50 m hohe, gleichfalls die nordamerikanischen Weststaaten bewohnende Nußkiefer, P. Sabiniana, deren sehr kurz geflügelte, bis 3 cm lange Samen gegessen werden. Diese Art dient als Zierbaum und pflanzt sich in der Provence sogar durch Selbstaussaat fort. Auch die flügellosen Samen von P. edulis in Neumexiko, von P. Parryana in Südkalifornien und von der durch die einnadeligen Kurztriebe gekennzeichneten, das kalifornische Küstengebirge bewohnenden P. monophylla sind eßbar, weswegen diese Kiefern auch als Nußkiefern bezeichnet werden. Einige Arten der Unterabteilung gehen südlich bis Mexiko, so die auch in Arizona und Neumexiko vorkommende Chihuahuakiefer, P. chihuahuana, ferner die Ocotekiefer, P. teocote, sowie Engelmanns Kiefer, P. Engelmanni, deren Nadeln 30—40 cm lang sind, während die ungleichnadelige Kiefer, P. heterophylla oder cubensis, die Küstenregion des subtropischen Nordamerikas östlich vom Mississippi, außerdem Honduras und die Antilleninsel Kuba bewohnt.

Die dritte Sektion der Untergattung Pinaster, Pseudostrobus, mit fünfnadeligen Kurztrieben, ist ausschließlich amerikanisch und vor allem in Mexiko heimisch.

Besonders bekannt ist die große Gebirgswälder bildende Montezumas Kiefer, P. Montezumae, die gutes Holz, viel Harz sowie lange Nadeln und Zapfen hat. Die gleichfalls mexikanischen P. Hartwegii und P. pseudostrobus haben kurze Nadeln und kleine Zapfen. Die Felsengebirge Nordamerikas bewohnt die Grannenkiefer, P. aristata, deren Zapfenschuppen meist einen grannenartigen, dünnen Dorn tragen. In Südkalifornien wächst Torreys Kiefer, P. Torreyana, in Nordmexiko und Südarizona die Arizonakiefer, P. arizonica. Auch die auf St. Domingo und Kuba vorkommende westindische Kiefer, P. occidentalis, gehört zu dieser Sektion.

Die Untergattung Strobus, deren Zapfen infolge des endständigen Nabels ihrer Schuppen mehr Ähnlichkeit mit denen der Fichte als mit denen unserer Kiefer haben, zerfällt in die Sektionen Eustrobus und Cembra. Die erstere hat hängende Zapfen mit geflügelten Samen, die letztere aufrechte oder abstehende Zapfen mit flügellosen oder nur mit einem Hautrand versehenen Samen. Die meisten Arten beider Sektionen sind amerikanisch, doch ist Eustrobus mit je einer Art auf der Balkanhalbinsel und im Himalaja, Cembra mit einigen Arten in Nord- und Ostasien sowie in den Alpen vertreten.

Von der Sektion Eustrobus ist die bekannteste Art die Weimutskiefer, P. strobus, ein schöner, bis 50 m hoher Baum, der von Kanada bis zu den Alleghanies große Wälder bildet.

Die auf dem Rücken grünen, an den beiden Oberkanten weißlichen Nadeln werden nur 10 cm lang, die harzigen Winterknospen sind schlank-eiförmig, die bis 15 cm langen Zapfen sehr kurz gestielt; die nur 6 mm langen Samen tragen bis 2 cm lange Flügel. Die Weimutskiefer war in Deutschland vor der Eiszeit heimisch; Anfang des 18. Jahrhunderts wieder eingeführt, ist sie als raschwüchsiger Zierbaum der Anlagen sehr beliebt, da sie die unteren Äste nicht abwirft und eine schön wagerechte Verzweigung hat; in Süddeutschland wird sie sogar als Waldbaum kultiviert. Sie liefert ein besonders zu Bauzwecken sehr geschätztes Holz, auch wird viel Terpentin von ihr gewonnen. Aber das Holz der in Deutschland angebauten Weimutskiefer ist minderwertig und an Güte nicht mit dem der Kiefer zu vergleichen.

Die Tränenkiefer oder Himalaja-Weimutskiefer, P. excelsa (Abb. 100, A), ein waldbildender Baum der höheren Berggegenden des Himalajas, der auch in Afghanistan noch vorkommt, wird gleichfalls in Deutschland als schöner Zierbaum oft gepflanzt. Sie wird bis 50 m hoch, hat eine breit-pyramidale Krone, zylindrische, spitzliche Winterknospen, schlaffe, bis 18 cm lange Nadeln und langgestielte, bis 27 cm lange Zapfen und mit den Flügeln 3 cm lange Samen. Sehr nahe mit ihr verwandt und häufig nur als Varietät von ihr angesehen ist die in Bulgarien, Rumelien, Mazedonien und Montenegro zwischen 800 und

2000 m Meereshöhe heimische Balkankiefer, P. peuce, ein weit kleinerer, nur bis 14 m hoher Baum mit schmal-pyramidaler Krone, fast kugeligen Winterknospen mit aufgesetzter Spitze, steiferen, nur 10 cm langen Nadeln und kürzer gestielten, bis 13 cm langen Zapfen und mit den Flügeln 15 mm langen Samen.

Die neben P. ponderosa höchste Kiefer der Welt, die bis 100 m Höhe erreichende Zuckerkiefer, P. Lambertiana, des westlichen Nordamerikas, wird gleichfalls zuweilen in Deutschland angepflanzt. Sie tritt westlich vom Felsengebirge zwischen dem Kolumbiafluß und Mexiko häufig allein oder im Gemisch mit anderen Bäumen waldbildend auf und ist wie durch ihre Höhe so auch durch ihre besonders langen, bis 40 cm erreichenden Zapfen charakterisiert. Ihren Namen hat sie von dem zuckerartigen Geschmack des aus den angebrannten Bäumen ausschwitzenden kalifornischen Mannas oder Pinits,



Abb. 100: Kiefer (Pinus), Untergattung Strobus.

A) Pinus excelsa: 1) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen; 2) junges Nadelbündel; 3) männlicher Geschlechtssproß, vergr.; 4) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 5) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses von vorn und hinten; 6) Fruchtzapfen; 7) Fruchtschuppe mit Samen. B) Pinus cembra: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken; 3) weiblicher Geschlechtssproß; 4) Fruchtzapfen; 5) Same; 6) Same im Längsschnitt; 7) Keimling.

das ebenso wie die Samen gegessen wird; den Indianern ersetzte dieser Stoff ehemals den Zucker. Nahe verwandt mit der Zuckerkiefer ist die nur 25 m hoch werdende, im Hochgebirge der Sierra Nevada bis Kolumbien zwischen 2300 und 3300 m Meereshöhe verbreitete amerikanische Bergkiefer, P. monticola; auch sie wird in Deutschland kultiviert. Südlich, von Mexiko bis Guatemala in Zentralamerika, ist gleichfalls eine Art dieser Sektion, P. ayacahuite, ein äußerst harzreicher Baum, verbreitet, aus dessen Zapfen das Terpentin sogar heraustropft.

Die Sektion Cembra ist vor allem bekannt durch die Zirbel- oder Zürbelkiefer, auch Zirbe oder Arve genannt, P. cembra (Abb. 100, B; Taf. 20, a), die einzige europäische Art mit fünf Nadeln an den Kurztrieben, eine in den Alpen, den Karpathen, dem Ural und in Nordsibirien verbreitete und waldbildende Art.

Die Arve wird selten über 23 m hoch und hat eine braune, lange, glatt bleibende, später graubraune und querrissige Rinde. Die anfangs pyramidenförmige, bis zum Boden reichende Krone wird später



a) Zirbelkiefer (Pinus cembra) in den Alpen.
Nach Photographie von Nenke und Ostermaier in Dresden.



b) Die Allee der Japanischen Zeder (Cryptomeria japonica) bei Nikko in Japan. Nach Photographie.

ganz unregelmäßig; sie hat auffallend starke Äste und schwere, nach oben gerichtete Zweige, auch sind die Bäume fast stets mehrwipfelig. Die jungen Triebe sind mit einem rostgelben Filz bekleidet; die starren, 5—8 cm langen Nadeln sind dunkelgrün mit weißlichen Längsstreifen. Die Zapfen (Abb. 100, B 4) sind ebenso lang wie die Nadeln, anfangs violett, später zimtbraun. Die Samen (Abb. 100, B 5) werden bis 12 mm lang und sind völlig flügellos, der Keimling (Abb. 100, B 7) hat acht bis zwölf Keimblätter. Der Baum wächst in den Alpen und den Karpathen nur in höheren Lagen, zwischen 1500 und 2500 m, oft in Gesellschaft mit der Lärche, mit der er die Baumgrenze bildet.

Das harzfreie, leichte, wohlriechende Holz eignet sich wegen seiner feinen, dichten Struktur und seiner regelmäßigen Jahresringe sehr gut für bessere Tischler- und Schnitzarbeiten, wozu es namentlich in Tirol auch viel verwendet wird. Der aus diesem Baum gewonnene sogenannte Karpathenbalsam ist jetzt nicht mehr offizinell. Die Samen, in Deutschland als Zirbelnüsse bekannt, in der Schweiz Ziernüßli, in den baltischen Provinzen Rußlands, wohin sie vom Ural gelangen, Zedernüsse genannt, werden gern verspeist; sie sind ebenso schmackhaft wie die Piniennüsse und liefern ausgepreßt ein wohlschmeckendes, aber leicht ranzig werdendes Öl. Wild steigt dieser Baum in Europa nicht in die Ebene herab, wird aber häufig als Zierbaum angepflanzt. Im nordöstlichen Asien wird die Zirbelkiefer durch die stets strauchige Zwergkiefer, P. pumila, abgelöst, die sich von Kamtschatka und Nordostsibirien südlich über die Kurilen und Sachalin bis Nordjapan verbreitet. Zu derselben Sektion gehört in Ostasien die koreanische Kiefer, P. koraiensis, die Korea, die südliche Mandschurei und das mittlere Japan bewohnt, in Deutschland als winterharter Zierbaum angepflanzt wird und gleichfalls eßbare, ungeflügelte Samen hat. In Japan wächst außerdem die kleinblütige Kiefer, P. parviflora, auch Mädchenkiefer genannt, deren 1 cm langer Same einen Flügelstummel trägt.

In Nordamerika gibt es noch mehr Vertreter der Sektion Cembra, z. B. die biegsame Kiefer, P. flexilis, mit auffallend biegsamen Zweigen, ferner die weißrindige Kiefer, P. albicaulis, die durch hellweißliche Rinde und kleine purpurbraune Zapfen gekennzeichnet ist. Diese und andere Arten, die teilweise auch in Deutschland als Zierbäume eingeführt sind, wachsen in den Gebirgen des westlichen Amerikas, haben aber keine große Bedeutung.

Die Unterfamilie der **Taxodieae** oder **Taxodiengewächse** ist keine sehr natürlich abgegrenzte Gruppe und findet Anschluß einerseits an die Araukarien, anderseits an die tannenartigen Gewächse. Von den Zypressengewächsen unterscheidet sich diese Unterfamilie durch die stets spiralig gestellten Blätter, von den Araukariengewächsen durch die mindestens in Zweizahl an jeder Fruchtschuppe sitzenden Samenanlagen, von den Tannengewächsen durch das Fehlen der Luftsäcke am Pollen, durch die größere Zahl der Samenanlagen bei denjenigen Gattungen, die wie die Abietineen umgewendete Samenanlagen haben, sowie durch die seltene und dann nicht vollkommene Ausbildung einer Deckschuppe. Im übrigen hat die Unterfamilie meist holzige Zapfen mit spiralig angeordneten Schuppen, die nicht einzeln abfallen, und Samen, die in der Regel nur am Rande, bei Glyptostrobus an der Basis geflügelt sind, aber sich an der Spitze nicht in einen langen Flügel fortsetzen.

Von den acht, sämtlich nur wenige Arten umfassenden Gattungen sind fünf ostasiatisch, zwei amerikanisch, eine tasmanisch. Einige Gattungen haben umgewendete, an den Fruchtschuppen sitzende, andere aufrecht in den Achseln der Fruchtblätter stehende Samenanlagen.

Die Taxodiengewächse sind kümmerliche Reste einer früher weit verbreiteten Pflanzengruppe. Zapfen, die vermutlich hierher gehören, hat man schon aus der Jura-, der Kreide- und der Tertiärzeit besonders in Europa und in arktischen Gegenden, aber auch in Australien fossil gefunden und als Geinitzia und Echinostrobus beschrieben. Auch die in älteren Schichten, Perm bis Keuper, häufig vorkommenden Reste der Gattung Voltzia rechnet man hierzu und stellt sie in die Nähe von Cunninghamia. Es müssen gewaltige Bäume gewesen sein, mit quirlständigen Ästen und abwechselnd stehenden Zweigen; die an den oberen Teilen der Äste sitzenden Blätter sind flach-linear, die unteren vierkantig und kurz, die 3- bis 15lappigen Innenschuppen der gestielten Fruchtblätter tragen zwei bis drei hängende, geflügelte Samen.

Am bekanntesten von der ganzen Unterfamilie ist die kalifornische Gattung Sequoia oder **Mammutbaum**. Es sind zwei Arten immergrüner Bäume mit kurzen, schräg aufwärts gerichteten, dicken und zugespitzten Nadeln an den sterilen und angedrückten schuppenförmigen Blättern der fertilen Triebe. Die Geschlechtssprosse entspringen gewöhnlich einzeln dem Ende kurzer Zweige (Abb. 101, B 1), seltener stehen die männlichen zu zwei oder drei beisammen. Die männlichen Geschlechtsblätter tragen zwei bis vier Pollensäcke (Abb. 101, B 2), die ziemlich kleinen holzigen Zapfen haben an der Spindel festsitzende schildförmige, vier- bis neunsamige Fruchtschuppen mit quer-rhombischen, in der Mitte genabelten Endflächen (Abb. 101, A 1, B 3). Die Samen (Abb. 101, A 2) sind beiderseits schmal geflügelt.

Zu der Gattung Sequoia gehört vor allem der **Riesen-Mammutbaum**, Sequoia gigantea (Taf. 21, a), den man lange Zeit für den größten Baum der Welt hielt, bis man herausfand, daß australische Eukalyptusarten noch höher werden. Er wächst nur an dem westlichen, kalifornischen Abhang der Sierra Nevada

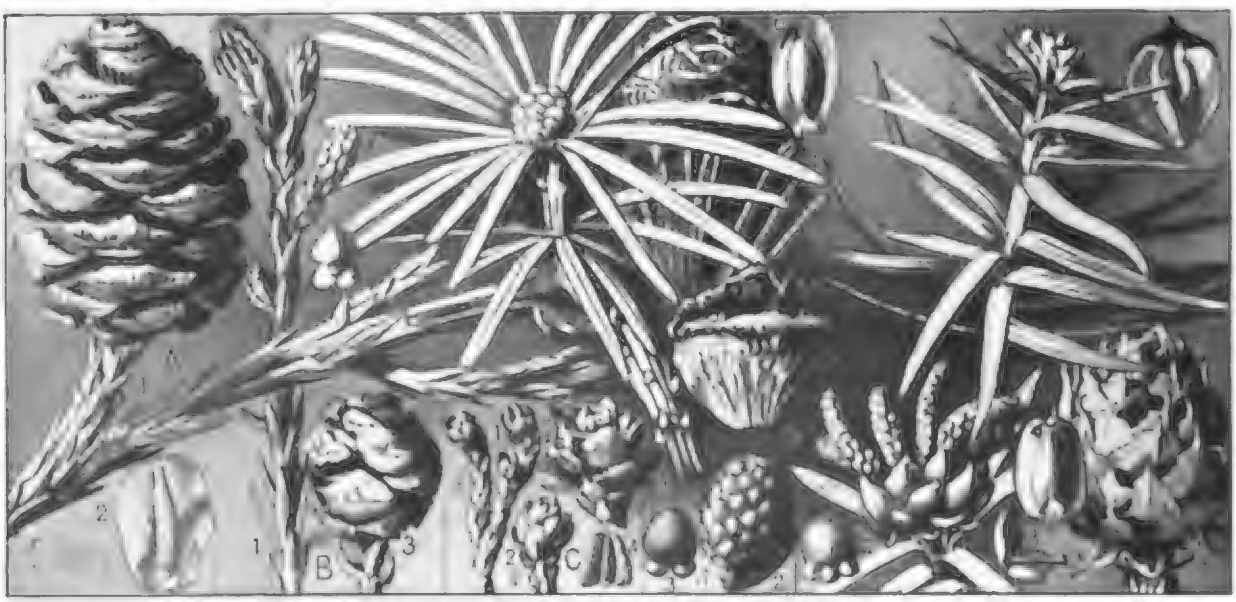


Abb. 101: Taxodiengewächse (Taxodieae) I.

A) **Sequoia gigantea**: 1) Zweig mit Fruchtzapfen; 2) Same. B) **Sequoia sempervirens**: 1) Zweig mit männl. und weibl. Geschlechtssprossen; 2) Schuppe des männlichen Zapfens mit Pollensäcken; 3) Fruchtzapfen. C) **Arthrotaxis cupressoides**: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) weiblicher Geschlechtssproß; 3) Fruchtzapfen; 4) Same. D) **Sciadopitys verticillata**: 1) Zweig mit männl. Geschlechtssprossen; 2) männl. Geschlechtssproß, vergr.; 3) Schuppe des männl. Geschlechtssprosses mit Pollensäcken; 4) Fruchtzapfen; 5) Fruchtschuppe; 6) Same. E) **Cunninghamia sinensis**: 1) Zweig mit männl. Geschlechtssprossen; 2) u. 3) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) Zweig mit weibl. Geschlechtssproß; 5) Fruchtzapfen; 6) Fruchtschuppe; 7) Same.

zwischen 1500 und 2100 m Meereshöhe an etwa 40—50 zum Teil weit voneinander getrennten Stellen unter anderen Nadelhölzern. Größere Haine gibt es etwa zehn. Die Zahl der wirklich großen Mammutbäume soll nach der Schätzung eines amerikanischen Forstmannes 500 nicht übersteigen. Die meisten Haine sind in Privatbesitz, nur der Mariposa-Hain ist als Staatseigentum gegen Zerstörung gesichert.

Am berühmtesten ist der einem Privatmann gehörende Calaveras-Hain, der etwa 90 größere Bäume umfaßt, von denen ungefähr ein Dutzend über 300 Fuß hoch sind. Der höchste war der „Vater des Waldes", der angeblich 435 Fuß hoch gewesen ist und am Erdboden 110 Fuß im Umfang gemessen hat. Beim Umfallen zersplitterte er den oberen Teil des Stammes eines fast ebenso hohen und dicken Rivalen, des „Alten Herkules", der dann 1862 durch einen Sturm entwurzelt wurde; dieser hatte damals noch eine Höhe von 325 Fuß und am Boden einen Umfang von 95 Fuß. In die Höhlung des „Vaters des Waldes" kann man 57 m weit hineingehen. Der höchste noch stehende Baum des Calaveras-Haines, der „Sternenkönig", mißt 360 Fuß; über 300 Fuß hoch sind noch die „beiden Schildwachen", die „Siamesischen Zwillinge", die „Braut des Waldes", „Abraham Lincoln", „General Scott" und einige andere. Kürzlich soll die „Mutter des Waldes" in Flammen aufgegangen sein. Sie galt bis 1854 als einer der schönsten Bäume und maß 321 Fuß; später wurde sie bis zur Höhe von 114 Fuß der Rinde entkleidet, worunter ihr Aussehen sehr litt.



a) Riesen-Mammutbaum (Sequoia gigantea): „The Grizzly Giant", Mariposa (Kalifornien).
Nach Photographie.



b) Wald des Küsten-Mammutbaumes (Sequoia sempervirens) in Kalifornien. Nach Photographie.



c) Mexikanische Sumpfzypresse (Taxodium mexicanum): Zypresse des Montezuma bei Oaxaca (Mexiko).
Nach Photographie von C. B. Waite in Mexiko.

Ihr unterster Zweig befand sich 137 Fuß über dem Erdboden, und 116 Fuß über der Erde hatte ihr Stamm noch einen Umfang von 40 Fuß; die Rinde soll 2 Fuß dick gewesen sein. Auch „drei Schwestern" und „vierundzwanzig Kinder" kennt man in dem Hain sowie die „Reitschule", einen umgestürzten hohlen Baumriesen, in den man 24 m hineinreiten kann. Ein jetzt noch stehender Baum ist so weit ausgehöhlt, daß man mit einer Kutsche hindurchzufahren imstande ist. Überhaupt sind viele von den Bäumen durch die Indianer mit Hilfe des Feuers ausgehöhlt worden.

Der dickste Mammutbaum Kaliforniens besitzt einen Umfang von 154 Fuß 8 Zoll, also einen Durchmesser von 51 Fuß. Aber auch schon Bäume von 24 Fuß Durchmesser sind schwer genug zu fällen: es gelingt nur dadurch, daß man den Stamm mittels großer Bohrer durchlöchert. Das Alter der Bäume wird verschieden berechnet. In zwölf Jahren nimmt der Durchmesser etwa einen Zoll zu; danach würde also ein 25 Fuß dicker Baum schon 3600 Jahre alt sein. Man hat an einem Baum 4000 Jahresringe gezählt und schätzt das Alter anderer Bäume auf 5000, ja sogar auf 6000 Jahre; aber man sollte dabei im Auge behalten, daß die Jahresringe jüngerer Bäume breiter sind als die älterer. Der „Mark Twain", ein 90 m hoher Baum, von dem im Jahre 1904 13 amerikanische Fuß (= 3,95 m) dicke Scheiben nach Europa gesandt wurden, war zur Zeit der Entdeckung Amerikas, nach den Jahresringen zu urteilen, schon 1350 Jahre alt. Der geglättete Stumpf diente später als Tanzparkett für 16 Paare sowie für Zuschauer und Musikanten. Auch Theatervorstellungen wurden auf dem Baumstumpf gegeben, und in einem auf ihm errichteten kleinen Häuschen wurde eine Zeitung, „The Big Tree Bulletin", gedruckt.

Zuerst wurden die Riesenbäume durch einen Jäger, namens Dowd, entdeckt; bald darauf erhielt man nähere Kunde von ihnen durch den englischen Botaniker Lobb, der den Calaveras-Hain 1850 besuchte.

Sequoia ist der kalifornische Name des Baumes. Um die Namen englischer und amerikanischer Nationalhelden mit den Riesenbäumen zu verknüpfen, nannte man sie später Wellingtonia und Washingtonia.

Ihr Holz ist anfangs weiß, später rötlich und mahagoniartig. Es ist zwar leicht und weich, fault aber nicht und ist sehr dauerhaft; das Kernholz dient daher als Bauholz sowie zur Herstellung von Schindeln usw. Man hat den Holzwert eines der größeren Bäume auf 12000 Mark berechnet.

Samen des Mammutbaumes wurden schon 1853, wenige Jahre nach seiner Entdeckung, nach Europa gebracht. Der Baum gedeiht hier in milderen Lagen gut und wird häufig in Gärten und Parkanlagen, z. B. an den norditalienischen Seen, in Meran und am Genfer See angetroffen; für das nordöstliche Deutschland ist er nicht winterhart genug. Im Süden, z. B. im Banat, hat man ihn stellenweise auch forstmäßig angepflanzt.

Die anfangs schön pyramidenförmige Krone des über 100 m hoch aufstrebenden Baumes wird später unregelmäßig und beginnt nach Abwerfen der unteren Zweige erst in der Mitte des Stammes (Taf. 21, a). Die dicke, schwammige und rissige Rinde ist rotbraun gefärbt. Die auch an den sterilen Zweigen nach allen Seiten hin gerichteten Nadeln sind 5 mm lang, dreieckig-pfriemlich, gekielt und laufen etwas am Zweige herab; die gelblichbraunen Zapfen (Abb. 101, A 1) sind 5—6 cm lang, die einzelnen Schilder 15 mm breit.

Die zweite Art der Gattung, der Küsten-Mammutbaum, S. sempervirens (Abb. 101, B; Taf. 21, b), ist ein fast ebenso hoher und angeblich noch dicker werdender Baum der kalifornischen Küstengebirgskette, wo er 700 m Meereshöhe nicht überschreitet und ausgedehnte Wälder bildet. Die Zapfen (Abb. 101, B 3) sind sehr viel kleiner als beim Riesen-Mammutbaum, nur 2 cm lang; die Nadeln der sterilen Sprosse sind flach und weit länger, 7—20 mm lang, zweizeilig gescheitelt und mit zwei weißlichen Streifen versehen Die rissige Rinde ist rot, ebenso das Holz, weshalb der Baum in Amerika auch als „red wood" bezeichnet wird. Es ist das wertvollste des pazifischen Nordamerikas, wird besonders als Bauholz benutzt, dient aber auch zu Bleistiftfassungen, insbesondere die Maserungen sind als Furnierholz geschätzt; es wird sogar nach Europa und Australien ausgeführt. Auch dieser Baum wird in Deutschland gezogen, wächst aber ohne Winterschutz nur in etwas wärmeren Gegenden.

Daß die Gattung früher eine viel weitere Verbreitung hatte, bezeugen zahlreiche fossile Reste aus Europa, Nordamerika, Spitzbergen und Grönland, die teilweise bis in die Kreide, ja sogar in den Jura hinaufreichen. Auch in den miozänen Braunkohlenflözen von Senftenberg in der Niederlausitz sind Stämme von S. virescens, einem nahen Verwandten des Riesen-Mammutbaumes, gefunden worden.

Die Gattung Arthrotaxis oder tasmanische Zeder ist mit ihren drei Arten auf die Insel Tasmania beschränkt. Die kleinen immergrünen Bäume haben reiche Verzweigung und angedrückte schuppenförmige oder kurznadelige Blätter. Hinsichtlich der Geschlechtssprosse stehen sie den Mammutbäumen nahe, ihre Fruchtblätter haben aber eine Anschwellung an der Innenseite. Am bekanntesten ist die 6—10 m hohe A. cupressoïdes (Abb. 101, C).

Die Gattung Sciadopitys oder Schirmtanne ist bisher nur in einer Art bekannt. Sie unterscheidet sich dadurch von den anderen Koniferen, daß ihre Nadeln in Wirklichkeit aus Zwillingsnadeln bestehende Kurztriebe sind, d. h. Doppelblätter, die an den Hinterrändern miteinander verwachsen sind und ihre Bauchseiten nach unten, ihre Rückenseiten nach oben wenden. Etwa 20—40 solcher Doppelnadeln bilden einen Quirl, und diese Quirle sind durch mit Schuppenblättern weitläufig besetzte Stengelpartien voneinander getrennt (Abb. 101, D 1). Dadurch erhält die Schirmtanne ein eigenartiges Aussehen. Die männlichen Geschlechtssprosse stehen am Ende der Zweige, von einem Blattquirl umgeben, zu Köpfchen gehäuft, die weiblichen sind meist einzeln angeordnet. Die Staubblätter (Abb. 101, D 2 und 3), Zapfen, Fruchtschuppen und Samen (Abb. 101, D 4—6) sind denen der Sequoia ähnlich.

Die einzige Art, die quirlblätterige Schirmtanne, S. verticillata, ist nur in Japan heimisch, wo sie besonders nahe bei Tempeln viel gepflanzt wird. Sie ist ein bis 40 m hoher Baum mit ausgebreiteter Krone, 6—15 cm langen, an der Spitze ausgerandeten Nadeln und 7—10 cm langen Zapfen. Das auch in der Nässe sehr haltbare Holz wird besonders bei Wasserbauten verwendet. In Deutschland findet man die Schirmtanne nur selten als Zierbaum in Anlagen.

Die Gattung Cunninghamia oder Spießtanne ist bisher nur in zwei Arten bekannt; fossile Zweigreste glaubt man aus der jüngeren Kreidezeit als zu dieser Gattung gehörig nachgewiesen zu haben. Sie hat nur Langtriebe, die von abstehenden, schmal-lanzettlichen, schwach sichelförmig gebogenen, flachen Nadeln ziemlich dicht besetzt sind (Abb. 101, E 1). Sowohl die männlichen wie auch die weiblichen Geschlechtssprosse bilden endständige Büschel (Abb. 101, E 2), die Staubblätter tragen drei bis vier Pollensäcke (Abb. 101, E 3). Die Zapfen sind 3—4 cm lang und glänzend hellbraun (Abb. 101, E 5), die dachig angeordneten Fruchtblätter dreieckig-herzförmig, zugespitzt, lederartig und an der Innenseite oberhalb der Samen mit einem querlaufenden schmalen Hautauswuchs versehen; sie tragen drei am Rande schmalhäutige Samen (Abb. 101, E 6 und 7).

Die chinesische Spießtanne, C. sinensis, wächst als 10—12 m hoher Baum wild im Süden von China und Kotschinchina, wird aber auch im mittleren China und in Japan häufig kultiviert und liefert ein schönes, äußerst dauerhaftes Holz. Die zweite Art, C. Konishii, ist in Formosa heimisch.

Die Gattung Cryptomeria oder Kryptomerie hat nur eine einzige, in Ostasien auftretende Art, die durch aufrechte Samenanlagen, eine gezahnte Innenschuppe der Fruchtblätter und ährig angeordnete männliche Geschlechtssprosse gekennzeichnet ist. Die nach allen Seiten hin abstehenden, aber schräg aufwärts gerichteten Nadeln sind pfriemlich-sichelförmig, stumpf drei- bis vierkantig und laufen etwas am Stengel herab (Abb. 102, A 1). Die breit dreieckigen Staubblätter tragen vier bis fünf rundliche Pollensäcke (Abb. 102, A 2), die holzigen Zapfen setzen sich häufig in einen kurzen Laubsproß fort, d. h. sie sind durchwachsen (Abb. 102, A 5). Die Fruchtschuppen bestehen aus einer hakig gebogenen Außenschuppe sowie einer aufrechten vier- bis fünfspaltigen Innenschuppe (Abb. 102, A 3 und 4) und tragen drei- bis sechskantige Samen (Abb. 102, A 6), deren Keimlinge drei Keimblätter haben.

Die einzige Art, die japanische Zeder, C. japonica, ist ein herrlicher, bis 40 m hoher, schlank pyramidenförmiger, in Japan sowie im südlichen und östlichen China auf den Bergen heimischer Baum, der auch viel und in verschiedenen Varietäten bei den Tempeln kultiviert wird. Geradezu berühmt ist die schöne Kryptomerien-Allee im Tempelgarten von Nikko (Taf. 20, b). Wegen ihres schönen, vielfache Verwendung findenden bräunlichroten Holzes ist C. japonica in ihrer Heimat ein wichtiger Forstbaum. Sie wurde schon 1842 nach Europa gebracht; hier hält sie als schöner Zierbaum in südlicheren Gegenden im Freien aus, während sie in Deutschland im Winter des Schutzes bedarf.

Die Gattung Taiwania oder Formosazeder ist mit ihrer einzigen Art T. cryptomerioïdes auf die hohen Berge Formosas beschränkt.

Die Gattung Taxodium oder Sumpfzypresse, auch Sumpfzeder genannt, umfaßt nur drei in Nordamerika lebende Arten, die besonders durch zweierlei verschiedene Zweige gekennzeichnet sind, einerseits ausdauernde Zweige (Langtriebe) mit allseitig angeordneten, meist angedrückten Nadeln (Abb. 102, B 6), anderseits kürzere Zweige mit begrenztem Wachstum (Kurztriebe), die im Herbst abfallen, zweiseitig gescheitelte Nadeln tragen und, da die letzteren flach sind, wie die zusammengesetzten Blätter einer Mimose aussehen (Abb. 102, B 1). Die männlichen Geschlechtssprosse sind am Ende der Zweige zu Rispen gehäuft (Abb. 102, B 1), die weiblichen finden sich einzeln oder zu wenigen am Grunde der Rispen (Abb. 102, B 1) oder an besonderen Zweigen. Erstere enthalten sechs bis acht Staubblätter, die je fünf bis acht rundliche Pollensäcke tragen (Abb. 102, B 3), letztere werden von nicht sehr zahlreichen Schuppen (Abb. 102, B 4) gebildet, deren jede an der Basis nur zwei aufrechte Samenanlagen trägt (Abb. 102, B 5). Eine Innenschuppe ist anfangs nicht sichtbar, dagegen entwickelt sich bei der Reife des Zapfens ein welliger, gekerbter Innenwulst oberhalb der Spitze jeder Schuppe (Abb. 102, B 6). Die Samen sind unregelmäßig kantig und ungeflügelt (Abb. 102, B 7), die vom Endosperm umhüllten Keimlinge haben fünf bis neun Keimblätter (Abb. 102, B 8).



Abb. 102: Taxodiengewächse (Taxodieae) II.

A) Cryptomeria japonica: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 3) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses mit Samenanlagen; 4) männlicher und weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) Fruchtzapfen; 6) Same.
B) Taxodium distichum: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses mit Samenanlagen, vergrößert; 6) Fruchtzapfen; 7) Same; 8) Same im Längsschnitt; 9) Wurzelauswuchs.
C) Glyptostrobus heterophyllus: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergr.; 3) Fruchtzapfen; 4) Same, vergr.; 5) Querschnitt durch den Samen, vergr.; 6) Keimling, vergr.

Die weite Verbreitung der Gattung im Tertiär ist sicher festgestellt. Während Taxodium tinajorum von Alaska, Sibirien und Spitzbergen bekannt ist, lebte die noch jetzt Nordamerika bewohnende Pflanze T. distichum auch während des größten Teiles des Tertiärs in den arktischen Gegenden sowie in Europa, Nordasien und dem Westen von Nordamerika.

Die virginische Sumpfzypresse, T. distichum, die, wie wir sahen, ehemals eine große Verbreitung hatte, ist jetzt auf die Flußufer und die sumpfigen Gegenden der Ost- und Südstaaten Nordamerikas beschränkt, wo sie gesellig auftritt und die sogenannten Zypressensümpfe (Cypress-swamps) bildet. Sie

ist ein bis 40 m hoher, bis 3 m dicker Baum mit braunroter Rinde und schirmförmig ausgebreiteter Krone. Sehr merkwürdig sind die namentlich in feuchtem Boden entstehenden kegelförmigen Auswüchse der unter der Oberfläche liegenden Wurzeln (Abb. 102, B 9); sie ragen oft bis 1 m über den Boden hervor und dienen der Luftzufuhr für die Wurzeln, die ja in dem feuchten Boden sonst sehr beschränkt ist. Da sie hohl sind, werden sie in Amerika sogar als Bienenstöcke benutzt.

Das leichte, aber äußerst dauerhafte, elastische und tragfähige Holz der Sumpfzypresse wird sehr geschätzt. Es wird nicht nur in der Heimat des Baumes in weitestem Maße benutzt, sondern gelangt auch zur Ausfuhr.

Man begegnet der virginischen Sumpfzypresse in Deutschland häufig in Parkanlagen, wo sie besonders in geschützten Lagen an feuchten Stellen gedeiht; so stehen sehr schöne Exemplare z. B. im Berliner Tiergarten nahe bei dem Denkmal der Königin Luise. Im Herbst zeichnet sich der Baum durch die schöne gelbe bis kupferrote Färbung seines Laubes aus. Man hat auch Gartenformen mit hängenden Zweigen, insbesondere eine nur 8 m Höhe erreichende Zwergform mit kleineren, stets allseitswendigen Nadeln (var. pendulum), ferner solche mit dachziegelig gestellten Schuppen anstatt der Nadeln (var. intermedium).

In neuerer Zeit ist die fossile Varietät dieser noch jetzt lebenden Pflanze besonders dadurch berühmt geworden, daß man feststellte, der größte Teil der märkischen und der Niederlausitzer Braunkohle bestehe aus den Resten der miozänen Sumpfzypressen-Waldungen. In Groß-Räschen im brandenburgischen Kreis Kalau haben sich sogar die Baumstümpfe so vortrefflich innerhalb der Braunkohlenlager erhalten, daß sich ihr weiches Holz, das zum Teil nicht im geringsten verkohlt ist, nach entsprechender Behandlung wie frisches Holz bearbeiten läßt. Der Besitzer der einen Grube, Baurat Hofmann, hat aus dem Holze der zuerst gefundenen Baumstümpfe eine Truhe für den Fürsten Bismarck anfertigen lassen, die wie aus Nußbaumholz gearbeitet aussieht. Während die den Boden der Sumpfzypressen-Wälder aufhöhenden Nadeln und abfallenden Zweige der Koniferen durch einen langsamen und unvollkommenen Verbrennungsprozeß zu Braunkohle umgewandelt wurden, widerstanden die dickeren Äste, manche der Früchte und vor allem die in den wassergetränkten Schlamm eingebetteten untersten Teile der Stämme und die obersten Teile der Wurzeln infolge des sie umgebenden Wassers der Oxydation und hielten sich während der Millionen Jahre, die seit der Bildung der Moore im Miozän verflossen sind, fast unverändert. Sie stehen aber nicht nur in einer Fläche, sondern in einer ganzen Reihe von Schichten in dem 16 m mächtigen Kohlenflöz und beweisen dadurch, daß das Absterben und das Neuwachsen der 20—30 m hohen Waldbäume in der 15 km langen Sumpfwaldung eine lange Periode hindurch ungestört vor sich gegangen sein muß. Wie wir oben sahen, wuchsen auch Mammutbäume (Sequoia virescens) in diesem Sumpfe. In den über dem Flöz befindlichen Tonen hat man Abdrücke von Blättern einer echten Kastanie und einer Buche gefunden, und zwar in Formen, die den noch heute im östlichen Nordamerika vorkommenden Arten Castanea pumila und Fagus ferruginea außerordentlich nahe stehen. Die Vegetation jener Zeit muß also der jetzt noch lebenden Flora des südlicheren Ostrandes von Nordamerika ähnlich gewesen sein. Bei der Brikettfabrikation sind die erwähnten Holzreste natürlich sehr lästig; deshalb werden sie beim Abbau des Flözes gesammelt, um in der Brikettfabrikation als Feuerholz benutzt zu werden. Menschliche Spuren hat man in diesen Flözen noch nicht entdeckt, obgleich das gleichzeitige Vorkommen des Menschen in Europa nicht ausgeschlossen ist; allerdings ist kaum anzunehmen, daß sich der Mensch in diese Sumpfwälder gewagt haben würde, ohne durch die äußerste Not dazu gezwungen zu sein.

Die zweite lebende Art, die mexikanische Sumpfzypresse, T. mexicanum, von den Mexikanern Sabino genannt, bewohnt die höheren Gebiete Mexikos zwischen 1600 und 2300 m Meereshöhe als zwar nicht sehr häufiger, aber waldbildender Baum. Sie unterscheidet sich besonders dadurch von der in den Vereinigten Staaten heimischen Art, daß die Kurztriebe erst im zweiten Jahre abgeworfen werden. Die Bäume erreichen einen gewaltigen Umfang; so hat die berühmte Zypresse des Montezuma auf dem Friedhof von Santa Maria del Tule bei Oaxaca (Taf. 21, c), deren Alter von Humboldt auf 4000, von De Candolle auf 6000 Jahre geschätzt wurde, bei einer Höhe von 40 m einen Stammumfang von 30 m. Wahrscheinlich denselben Baum erwähnt Ferdinand Cortez als eines der größten Wunder jenes Landes; er berichtet, daß seine ganze Mannschaft in dem Schatten dieses Baumes habe lagern können.

Die Gattung Glyptostrobus oder Wasserzypresse ist der Sumpfzypresse nahe verwandt und wird zuweilen mit ihr vereinigt; sie hat aber geflügelte Samen (Abb. 102,

C 4), abfallende Zapfenschuppen (Abb. 102, C 3) und auch an den Kurztrieben allseitswendige Nadeln. Diese sind lineal, während die der Langtriebe schuppenförmig sind (Abb. 102, C 1).

Die beiden Arten, G. pendulus und heterophyllus, sind auf begrenzte Gebiete Chinas beschränkte kleine Bäume, die in sumpfigen Gegenden wachsen. Aus der Kreide und dem Tertiär kennt man zahlreiche Arten der arktischen Gegenden, Mitteleuropas und Nordamerikas.

Die Unterfamilie der **Cupressineae** oder **Zypressengewächse** hebt sich unter den Koniferen durch die Stellung ihrer Blätter hervor, die gegenständig oder in drei- bis vierzähligen Quirlen angeordnet sind; nur selten tragen die sterilen Zweige zerstreut stehende Blätter. Die Geschlechtsblätter (Staubblätter) der ährenförmigen männlichen Geschlechtssprosse sind spiralig oder gegenständig angeordnet, die drei bis fünf Pollensäcke jedes Staubblattes öffnen sich in Längsspalten, die Pollenkörner haben keine Flugsäcke. Die Fruchtzapfen tragen meist holzige, bei der Reife nicht einzeln abfallende Schuppen, die zwar nicht in Außen- und Innenschuppe zerfallen, deren Innenteil aber bei der Reife den Außenteil überragt, so daß die ursprüngliche Spitze an der Außenseite heruntergedrückt erscheint. Die Samenanlagen stehen in der Achsel der Fruchtblätter aufrecht, die Samen haben häufig seitliche Flügel, die Keimblätter sind meist nur in Zweizahl vorhanden. Die Zypressengewächse sind immergrüne, gewöhnlich nur schuppentragende Holzpflanzen, doch kommen auch nadeltragende Formen vor.

Die Unterfamilie zerfällt in vier Gattungsgruppen. Bei den Actinostrobinae bilden die weiblichen Geschlechtsblätter nur einen, bei den drei anderen Gruppen dagegen mehrere Quirle. Die Fruchtblätter sind bei den Actinostrobinae klappig angeordnet, bei den Thujopsidinae dachziegelig, bei den Cupressinae stellen sie polygonal aneinandergefügte Schilde dar, und bei den Juniperinae sind sie zu beeren- oder steinfruchtartigen Gebilden verwachsen. Während die beiden letzten Gruppen fast nur die gemäßigte Zone nördlich des Äquators bewohnen, beschränken sich die Actinostrobinae fast ganz auf die südlichen, mäßig warmen Gegenden, während die Thujopsidinae in beiden Gebieten und auch in tropischen Gebirgen Vertreter haben.

Die Actinostrobinae haben ihren Namen von der kleinen westaustralischen Gattung Actinostrobus oder Strahlzapfenzypresse. Ihre Zweige tragen teils Nadeln, teils Schuppen (Abb. 103, D 1), auch die Fruchtblätter werden durch mehrere Quirle kleiner Schuppenblätter gestützt (Abb. 103, D 4 und 5); die teilweise sterilen Samen sind zwei- oder dreiflügelig (Abb. 103, D 6). Die wichtigste Art ist A. pyramidalis, die pyramidenförmige Strahlzapfenzypresse, die als dichtästiger Strauch in Südwestaustralien heimisch ist.

Von größerer Bedeutung ist die Gattung Callitris oder Sandarakzypresse, von deren etwa 16 Arten die meisten Australien bewohnen, während die anderen auch in Südafrika, den tropisch-afrikanischen Gebirgen und sogar im Atlas (eine Art) angetroffen werden. Je nachdem die Blätter in zwei-, drei- oder vierblätterigen Quirlen angeordnet stehen, sind die Früchte vier-, sechs- oder achtklappig, so daß man früher drei besondere Gattungen (Widdringtonia, Frenela, Leichhardtia) annahm. Die vierklappigen afrikanischen Arten zerfallen wieder in solche, deren sterile Zweige zerstreut stehende Nadeln tragen (Abb. 103, C 2), und in solche ohne sterile Nadelzweige, deren Zweige durch die Zwischenräume zwischen den Schuppen ein gegliedertes Aussehen haben (Abb. 103, A 1).

Fossil ist diese Gattung schon aus dem Jura bekannt, und die Tertiärzeit weist sowohl aus Süd- und Mitteleuropa als auch aus Grönland eine Anzahl Formen auf, die den jetzt in Afrika lebenden Typen nahestehen.

Von den australischen Arten liefert C. robusta oder Preissii (Abb. 103, B) Sandarakharz. Am bekanntesten ist C. rhomboidea oder australis; diese Art erreicht die beträchtliche Höhe von 25 m.

Von den afrikanischen Arten ist am bekanntesten die echte Sandarakzypresse, C. quadrivalvis (Abb. 103, A), ein 5—9 m hoher, ästiger Strauch oder Baum, der besonders in Algier und Marokko im Atlas heimisch ist und ein gutes Bau- und Möbelholz liefert. Die Römer schätzten dieses Holz, das sie Citrus (Zedernholz) nannten und aus Mauretanien bezogen, ungemein, vor allem die Wurzelmasern erzielten erstaunliche Preise; Strabo, Theophrast und besonders Plinius berichten darüber. Namentlich gesucht war das Holz zur Verfertigung von Tischen, und Cicero besaß einen solchen Tisch, der ihm mehr als 50000 Gulden gekostet haben soll. Auch das in Gestalt kleiner Körner aus der Rinde ausschwitzende oder aus Einschnitten hervorquellende, jetzt besonders von Mogador aus in den Handel gelangende gelbliche Sandarakharz ist seit alters bekannt und diente früher als beliebtes Räuchermittel. Die alten Ägypter benutzten es auch zum Einbalsamieren der Leichen, später verwendete man es in der



Abb. 103: Zypressengewächse (Cupressineae) I: Actinostrobinae.

A) Callitris quadrivalvis: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen, vergr.; 5) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 6) Fruchtzapfen, geschlossen; 7) derselbe, geöffnet; 8) Same.
B) Callitris robusta: 1) Zweig; 2) Fruchtzapfen, aufgesprungen; 3) Same.
C) Callitris juniperoïdes: 1) Zweig mit Schuppenblättern; 2) Zweig mit Nadeln; 3) Fruchtzapfen, aufgesprungen; 4) Same.
D) Actinostrobus acuminatus: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 5) Fruchtzapfen, aufgesprungen; 6) Same.
E) Fitzroya patagonica: 1) Zweig mit Nadeln und Schuppenblättern sowie Fruchtzapfen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) Fruchtzapfen; 6) Same.

Heilkunde. Jetzt dient es hauptsächlich zur Herstellung von Firnissen, insbesondere für Holzvergoldung, als Zusatz zu Kitten und für photographische Zwecke.

Zu den Arten mit dichtstehenden Schuppenblättern an den fertilen und mit kurzen Nadeln an den sterilen Zweigen gehört vor allem die wacholderartige Sandarakzypresse, C. juniperoïdes, südafrikanische Zeder, von den Buren Cederboom genannt (Abb. 103, C), ein bis 12 m hoher, spitzgipfeliger Baum, der eines der geschätztesten Hölzer des Kaplandes liefert; ferner C. arborea, die Clanwilliam-Zeder Südafrikas; endlich die Milandschi-Sandarakzypresse, C. Whytei, ein bis 45 m hoher Baum von schönem, geradem Wuchs und bis 2 m dickem Stamm, der in den oberen Zonen des Hochwaldes der Milandschiberge in Britisch-Zentralafrika in 1900—2500 m Meereshöhe vorkommt. Sein schwach rötlich gefärbtes Holz ist ein ausgezeichnetes Nutzholz.

Die Gattung Fitzroya oder Alercezypresse, die zwei antarktische Arten enthält, ist mit Callitris nahe verwandt. Ihre Belaubung besteht aus gegenständigen oder in dreizähligen Quirlen angeordneten Schuppen und kurzen Nadeln (Abb. 103, E 1). Die Zapfen bildet ein zwei- bis dreizähliger Quirl samentragender schuppenförmiger Fruchtblätter, denen außen noch einige Quirle kleinerer steriler Schuppen dachziegelig aufgelagert sind

(Abb. 103, E 4), wie auch die Spitze von einem sterilen rudimentären Quirl eingenommen wird (Abb. 103, E 5). Die Samen tragen Seitenflügel (Abb. 103, E 6). Wegen ihrer sterilen Fruchtblattquirle bildet die Gattung den Übergang zu den Thujopsidinae.

Von den beiden Arten ist die eine, die patagonische Alercezypresse, F. patagonica (Abb. 103, E), ein dickstämmiger, 30 m hoher Baum des südlichen Chile, während die zweite Art, F. Archeri, ein Gebirgsstrauch Tasmanias ist. Die erstere Art, in der Heimat Alerce genannt, hat gutes Holz von roter Farbe, das sehr dauerhaft ist, sich nicht wirft, dagegen leicht spaltet, daher zur Herstellung von Brettern, Fässern usw. sehr beliebt ist und einen wichtigen Handelsartikel bildet. Der Baum scheint den deutschen Winter ertragen zu können, man sollte ihm daher größere Beachtung schenken.

Die Thujopsidinae sind leicht erkennbar an den fast stets flachen Laubsprossen mit gegenständigen Schuppen sowie den aus zwei bis vier Paaren von Fruchtschuppen gebildeten Zapfen, die gewöhnlich an der Spitze durch eine kleine zapfen- oder spindelförmige Säule abgeschlossen werden. Man unterscheidet drei Gattungen, Thujopsis, Thuja und Libocedrus, von denen die ersten beiden drei bis vier Paare, die dritte nur zwei Paare von Fruchtschuppen an jedem Zapfen haben. Gewöhnlich tragen die Schuppen aber nur zum Teil Samen, bei Thuja die unteren oder mittleren, bei den anderen Gattungen die oberen. Die Schuppen von Thujopsis enthalten etwa fünf zweiflügelige Samen (Abb. 104, D 6), die von Libocedrus nur einen bis zwei Samen, die einen großen und einen kleinen, den Samen weit überragenden und häufig verwachsenen Flügel haben (Abb. 104, C 6), während die ein bis zwei Samen jeder Fruchtschuppe von Thuja schmal geflügelt oder flügellos sind.

Die Gattung Thujopsis oder Hiba-Lebensbaum wird jetzt nur von einer einzigen Art gebildet; fossil kennt man die Gattung aus dem mittleren Tertiär von Grönland.

Der in Japan wachsende beilblätterige Hiba-Lebensbaum, Th. dolabrata (Abb. 104, D), ist in seiner Heimat, zwischen 30 und 38° nördl. Br., ein bis 35 m hoher Baum, dessen gelblichweißes Holz zu Haus-, Erd- und Wasserbauten verwendet wird. Sowohl in China und Japan als auch in Deutschland wird die schöne Pflanze als Zierstrauch in vielen verschiedenen Gartenformen kultiviert. Durch ihre besonders flachen, vollständig mit verhältnismäßig großen Blattschuppen mosaikartig besetzten Zweige ist sie leicht erkennbar. Die Oberseite ihrer Schuppen ist glänzend saftiggrün, während die Unterseite jeder Seitenschuppe ein, die jeder Mittelschuppe zwei bläulichweiße vertiefte Felder trägt.

Die Gattung Thuja oder Lebensbaum enthält sechs Arten, von denen fünf zur Sektion Euthuja, eine zu der häufig als Gattung abgetrennten Sektion Biota gehören. Die erstere hat acht Fruchtblätter, von denen die zwei mittleren Paare je zwei geflügelte Samen tragen (Abb. 104, A 7), die letztere nur sechs, die bis auf das oberste Paar je einen bis zwei ungeflügelte Samen (Abb. 104, B) umschließen. Es handelt sich um eine alte, schon in der oberen Kreide in Nordgrönland auftretende Gattung, die sich auch noch im mittleren Tertiär in arktischen Gegenden, wie Grönland, oder in nordischen Gebieten, wie Sachalin, erhalten hat; zu jener Zeit bildete sie auch einen Bestandteil des Bernsteinwaldes des Samlandes. Jetzt sind die wenigen lebenden Arten auf weit voneinander entfernten Gebieten zerstreut; so wachsen eine Art im östlichen und zwei im westlichen Nordamerika, eine in Japan und eine im mittleren China, während die einzige Biota von Persien bis Japan heimisch ist.

Am bekanntesten ist der gemeine Lebensbaum, Th. occidentalis (Abb. 104, A), der, im östlichen Nordamerika von Kanada bis Virginia heimisch, schon im Jahre 1566 nach Europa, und zwar zuerst nach Frankreich, eingeführt wurde und seitdem einer der am häufigsten angepflanzten Gartensträucher Deutschlands geworden ist, da er als völlig frosthart gilt. Auf den Friedhöfen vertritt er die Zypresse der südlicheren Gegenden, freilich in sehr unvollkommener Weise. Er ist durch wagerecht ausgebreitete, oben dunkel-, unterseits gelblich- oder blaßgrüne, schuppig belaubte Zweige gekennzeichnet und gedeiht auch an schattigen und zugigen Stellen. Die unten nicht blauweißen Schuppen sind kleiner als die von Thujopsis und bedecken den Zweig nur an den jüngeren Sprossen. Die seitlichen oder Kantenblätter sind gekielt, an

der Spitze etwas eingekrümmt, die Flächenblätter ungekielt und stumpf mit länglichen Drüsenhöckern. Die Jugendformen, die aber in der Kultur auch konstant erhalten werden, haben statt der Schuppen 8 mm lange, $^3/_4$ mm breite, unterseits etwas heller grüne Nadeln (forma ericoïdes); auch Übergangsformen mit Nadeln und Schuppenblättern (forma Ellwangeriana) werden kultiviert. In ihrer Heimat ist diese Art häufig baumförmig und erreicht eine Höhe von 20 m.

Das sehr dauerhafte Holz wird zur Herstellung von Pfosten und Eisenbahnschwellen, Zaunpfählen, Schindeln und besonders zu Wasserbauten benutzt. Als weißes oder kanadisches Zedernholz dient es auch der Kunsttischlerei. Die jungen, wohlriechenden Zweige, früher als ramuli arboris vitae offizinell, galten als harn- und schweißtreibend; eine Tinktur davon soll die Feigwarzen vertreiben. Das durch Destillation aus den beblätterten Zweigen gewonnene Thujaöl kommt als Zedernblätteröl in den Handel; es wird als Mittel gegen Eingeweidewürmer gerühmt.

Der nahe verwandte, im Westen Nordamerikas heimische, gleichfalls bis 20 m hoch werdende gefaltete Lebensbaum, Th. plicata, wird in Deutschland weniger häufig als Ziergehölz gepflanzt. Er hat breitere, stumpfere, oberseits glänzender grüne, unterseits matt blaugrüne und deutlich vertiefte



Abb. 104: Zypressengewächse (Cupressineae) II: Thujopsidinae.

A) Thuja occidentalis: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen sowie Fruchtzapfen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 5) derselbe von oben; 6) Fruchtzapfen; 7) Schuppe mit Samen, vergr. B) Thuja orientalis: Same von außen und im Längsschnitt. C) Libocedrus decurrens: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen sowie Fruchtzapfen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß; 5) Fruchtzapfen; 6) Same; 7) Keimpflanze. D) Thujopsis dolabrata: 1) Zweig mit Fruchtzapfen; 2) männliche Geschlechtssprosse, vergr.; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 5) Fruchtzapfen; 6) Same.

Schuppenblätter, deren Drüsenhöcker eine rundliche Form zeigen. Sie bleiben im Winter grün, während sich die Schuppenblattzweige des gemeinen Lebensbaumes braungrün verfärben.

Weniger als Ziergehölz denn als Forstbaum hat man in Europa den gleichfalls westamerikanischen Riesen-Lebensbaum, Th. gigantea, eingeführt, der in der Heimat eine Höhe von 60 m erreicht und als Kanoe- oder rote Zeder, red cedar, bezeichnet wird. Auch dieser Baum liefert wertvolles Bau- und Werkholz, das sich im Boden wie im Wasser bewährt und ebensowohl zu Schindeln und Fässern wie als inneres Bauholz und in der Kunsttischlerei verwendet wird.

Gleichfalls nur selten in Kultur ist der japanische Lebensbaum, Th. Standishii oder japonica, ein in der Heimat 35 m hoher Baum mit schöngefärbtem, für Innenarbeiten sehr geschätztem Holz; die chinesische Th. sutchuensis wird in Deutschland überhaupt noch nicht angepflanzt.

Sehr häufig findet man dagegen den orientalischen Lebensbaum, Thuja oder Biota orientalis, in Deutschland. Er ist leicht daran zu erkennen, daß seine Zweigsysteme senkrechte Flächen bilden; ferner haben die Schuppenblätter statt der Drüsenhöcker Drüsenfurchen in der Mitte und sind auf beiden Seiten gleichgestaltet und von gleich lebhaft-grüner Färbung. Auch die Zapfen sind ganz anders, von Anfang an aufrecht, während sie sich bei den übrigen Arten erst später aufwärts biegen. Außerdem sind sie zuerst fleischig, von grüner, hechtblau bereifter Färbung; erst später werden sie durch das Austrocknen hart und holzig und nehmen eine rötlich-schwarzbraune Färbung an, während die viel schmäleren

Zapfen des gemeinen Lebensbaumes niemals fleischig und zur Zeit der Reife braungelb gefärbt sind. Endlich tragen die Fruchtschuppen von Th. orientalis auf dem Rücken bis 2 mm lange, zurückgekrümmte Hörnchen. Daß die Samen (Abb. 104, B) ungeflügelt sind, wurde schon oben (S. 379) als Sektionscharakter angeführt. Die Biota ist ein bis 7 m hoher Baum, der, im Kaukasus, in Nordpersien, Turkistan, China und Japan heimisch, in Deutschland nur in Strauchform in Gärten und besonders auf Friedhöfen kultiviert wird; in kälteren Gegenden bedarf er eines Winterschutzes. Wie beim gemeinen Lebensbaum beginnt die Verzweigung fast vom Boden aus, jedoch hat die Biota eine braunrote, der gemeine Lebensbaum eine bräunlich-silbergraue Rinde. Auch ihre Jugendform trägt lineal-lanzettliche, spitze Nadeln statt der Schuppen, und durch Ableger kann man diese dem Wacholder ähnlichen, forma juniperoides genannten Formen dauernd erhalten. Formen mit Nadeln und Schuppenblättern (forma meldensis), solche mit goldfarbenem Laub (forma aurea), mit hängenden Zweigen (forma pendula) usw. sind als Gartenpflanzen ebenfalls beliebt. Auch das Holz dieser Art ist gut, jedoch sind, da es sich um eine kleinere Pflanze handelt, keine großen Abmessungen zu erlangen.

Die Gattung Libocedrus oder Schuppenzeder, auch Flußzeder genannt, ist rings um den Pazifischen Ozean verbreitet. Von ihren acht Arten finden sich zwei in Chile, zwei in Neuseeland, je eine in Neukaledonien, Neuguinea, Ostasien und im westlichen Nordamerika. Fossil hat man die Gattung schon in der oberen Kreide Grönlands feststellen können; aus dem mittleren Tertiär kennt man Reste sowohl von Spitzbergen als auch vom mittleren Europa.

Ein schöner, bis 25 m hoher Baum ist die die Anden des südlichen Chile bewohnende chilenische Schuppenzeder, L. chilensis, deren stark zusammengedrückte Schuppenblattzweige unterseits silberweiß sind. Die zweite chilenische Art, die bis zur Magelhaensstraße verbreitete vierkantige Schuppenzeder, L. tetragona, hat, wie schon ihr Name andeutet, kaum zusammengedrückte Zweige und vierzeilig stehende, fast gleichgestaltete Schuppen. Während die neuseeländische Schuppenzeder, L. Doniana, unterseits grüne Schuppenblätter an den stark zusammengedrückten Zweigen trägt, hat die in Kaiser-Wilhelms-Land auf den höheren Bergen wachsende papuanische Schuppenzeder, L. papuana, unterseits silberweiße, sehr platte Zweige. Am bekanntesten ist die kalifornische Schuppenzeder, L. decurrens (Abb. 104, C), ein in ihrer Heimat, den Rocky Mountains von Kalifornien und Oregon, bis 56 m hoher, dort als weiße Zeder (white cedar) bezeichneter Baum, dessen gegen Wasser sehr widerstandsfähiges Holz zu Wasserbauten und Schindeln, aber wegen seiner Güte auch zur Anfertigung von Möbeln u. dgl. benutzt wird. Er ist in Deutschland zuweilen in Gärten angepflanzt; man erkennt ihn an den nicht sehr platten, oberseits dunkel-, unterseits hellgrün gefärbten Zweigen, deren Schuppen in viergliederigen Scheinquirlen in ziemlicher Entfernung voneinander stehen.

Die Gruppe der Cupressinae zerlegte man früher in zwei Gattungen, die Echte Zypresse, Cupressus, und die Scheinzypresse, Chamaecyparis (wörtlich „niedrige Zypresse"). Da sie sich aber einzig durch die zusammengedrückten Zweige und die geringere Samenzahl in den kleineren Zapfen der Scheinzypresse voneinander unterscheiden, wird Chamaecyparis jetzt nur als Untergattung der Gattung Cupressus angesehen. Auch in dieser Gattung haben die Sämlinge, wie bei Thuja, noch Nadeln (Abb. 108, B 8), und man kann diese nadeltragenden Formen durch Kultur fixieren (Abb. 108, B 7). Früher bezeichnete man die nadeltragenden Formen von Cupressus, Thuja und einzelnen Juniperus-Arten mit dem gemeinsamen Gattungsnamen Retinospora, in Wirklichkeit aber sind sie nichts anderes als künstlich zur dauernden Erhaltung gebrachte Jugendformen.

Die von der ältesten Tertiärzeit an in Mitteleuropa auftretende und auch in Nordgrönland in tertiären Resten bekannte Gattung Cupressus hat sich seitdem, wie so viele andere Koniferengattungen, aus Europa zurückgezogen und bewohnt jetzt Nordamerika mit etwa einem Dutzend und Ostasien mit halb so vielen Arten.

Die Untergattung Eucupressus ist mit 3—4 Arten in Asien, mit den übrigen in Nordamerika heimisch, und zwar reicht sie südlich bis Mexiko und bis zu der Antilleninsel Guadeloupe. Die meisten Arten sind zu empfindlich, um in Deutschland im Freien zu gedeihen.

Am bekanntesten ist die echte Zypresse, C. sempervirens (Abb. 105, A), ein in ihrer Heimat Nordpersien, in Zilizien und Syrien sowie auf den Inseln Rhodos, Kreta und Zypern stellenweise Gebirgswälder bildender, 25—50 m hoher Baum mit ausgebreiteten Ästen (forma horizontalis); auch in der Zyrenaika von Nordafrika kommt sie wild vor. Nach Europa gelangte sie schon in früher Zeit; sie hat sich hier auf den südlichen Halbinseln dieses Kontinentes gleich der Pinie völlig eingebürgert. Bereits in den Römerzeiten drang die echte Zypresse in die südlichen Alpentäler; jetzt findet sie sich sogar noch auf der Insel Mainau im Bodensee und bei Metz als Zierbaum. Diese Art ist durch die vierkantigen, nicht abgeplatteten Zweige, die sehr zahlreichen Samenanlagen an der Basis jedes Fruchtblattes (Abb. 105, A 4 und 5) sowie die verhältnismäßig großen, 2—3 cm im Durchmesser zählenden, aus acht bis zehn Schilden zusammengesetzten Zapfenfrüchte (Abb. 105, A 7) gekennzeichnet, die je 8—20 schmal geflügelte, 5—7 mm lange, oft unregelmäßig abgeplattete rotbraune Samen (Abb. 105, A 8) umschließen.

Kultiviert wird fast ausschließlich eine schmalkronige, der Pyramidenpappel ähnliche Form, die Pyramiden- oder Säulenzypresse, forma pyramidalis oder fastigiata. Besonders häufig pflanzt man

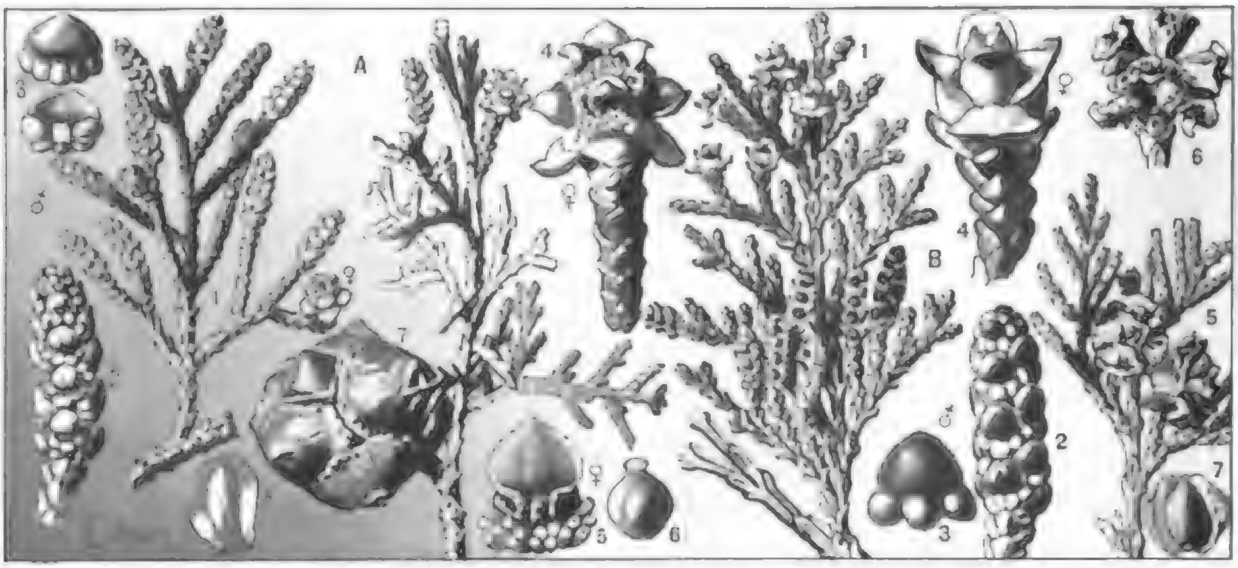


Abb. 105: Zypressengewächse (Cupressineae) III: Cupressinae 1.

A) Cupressus sempervirens: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses mit Samenanlagen, vergrößert; 6) Samenanlage, vergrößert; 7) Zweig mit Fruchtzapfen; 8) Same. B) Cupressus Lawsoniana: 1) Zweig mit männl. und weibl. Geschlechtssprossen; 2) männl. Geschlechtssproß, vergr.; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) weibl. Geschlechtssproß, vergr.; 5) Zweig mit Fruchtzapfen; 6) Fruchtzapfen, aufgesprungen; 7) Same.

sie wegen ihres düsteren, melancholischen Aussehens auf Friedhöfen, sowohl auf den christlichen als auch, sogar in noch reicherem Maße, auf den mohammedanischen; der riesige Zypressenhain des Friedhofes von Skutari gegenüber Konstantinopel auf der asiatischen Seite des Bosporus ist geradezu eine Sehenswürdigkeit (Taf. 22, c). Auch sonst ziert der Baum häufig die Umgebung heiliger Stätten, so stehen z. B. auf dem Hofe der berühmten Omar-Moschee in Jerusalem, dem alten Tempelplatz, (Abb. 103) außerordentlich schöne alte Zypressen.

Schon die Alten pflanzten die Zypresse in der Umgebung von Tempeln und betrachteten sie als den Baum der Unterwelt, der dem Pluto geweiht sei. Mit Recht umgibt Böcklin auf seinem berühmten Bilde „Die Toteninsel" den Tempel mit Zypressen. Auch bei Leichenfeiern verwandte man sie im Altertum. Nach Ovid wurde Kyparissos, der Liebling des Apollo, in eine Zypresse verwandelt.

Die Zypresse gehört zu den langlebigsten Gewächsen: sie soll ein Alter von über 2000 Jahren erreichen können. Ihr Holz ist sehr fest und dauerhaft, hart, aber ziemlich leicht spaltbar und gut polierbar. Es eignet sich daher zu feinen Arbeiten, und selbst Amor soll seine Liebespfeile aus Zypressenholz geschnitzt haben. Es ist wohlriechend und unterliegt dem Wurmfraß nur wenig; Kasten aus Zypressenholz gelten als gegen das Eindringen der Motten gesichert. Die alten Ägypter verfertigten Mumiensärge daraus, auch zu Schiffbauten wurde Zypressenholz gern genommen; ob die Arche Noahs, wie Sprengel meint, ebenfalls aus Zypressenholz verfertigt war, muß freilich unentschieden bleiben.



a) Wacholderbüsche am Totengrund in der Lüneburger Heide. Nach Photographie von Nenke und Ostermaier in Dresden.



b) Afrikanischer Bergwacholder (Juniperus procera) im Schumewald (Westusambara). Nach Photographie von Prof. K. Uhlig.



c) Zypressen auf dem mohammedanischen Friedhof in Skutari bei Konstantinopel. Nach Photographie.

Die im mittleren China heimische Trauerzypresse, C. funebris oder pendula, wurde in Europa erst 1848 eingeführt, war aber im Himalaja ebenso wie in China längst bei den buddhistischen Tempeln angepflanzt. Sie unterscheidet sich durch die breit-pyramidale Krone mit horizontalen Ästen, während die etwas platten Zweige herabhängen; dieser Umstand macht sie für die Umgebung von Grabdenkmälern besonders geeignet. Die Zapfen sind kleiner, mehr kugelig und bestehen nur aus sechs bis acht Schilden.

Die Himalajazypresse, C. torulosa, ist ein bis 50 m hoher Baum des westlichen Himalaja mit breitpyramidaler Krone, horizontalen und schließlich aufsteigenden Ästen, meergrüner Belaubung und kleinen, zehnschuppigen Zapfen; das mäßig harte, im Kern lichtbraune Holz dient zu Bauzwecken und zur Bildschnitzerei. Ähnlich und vielleicht nur eine Varietät der Himalajazypresse ist die meergrüne Zypresse, C. glauca, die von Goa in Südindien nach den Mittelmeerländern und Südamerika eingeführt wurde. Sie ist kleiner, und ihre Zapfen haben nur sechs bis acht Schilde.



Abb. 106: Echte Zypressen (Cupressus sempervirens) auf dem alten Tempelplatz bei der Omar-Moschee in Jerusalem. Nach Photographie.

Als Ziergehölz sehr beliebt ist in Deutschland die 1856 nach Europa eingeführte Oregonzypresse, C. Lawsoniana, auch Lebensbaumzypresse genannt (Abb. 105, B), die sich durch ihren stark überhängenden Gipfeltrieb von allen ähnlichen schuppentragenden Koniferen leicht unterscheiden läßt. Sie ist eine der elegantesten und schönsten Gartenkoniferen und stellt eine schlanke, meist bis zur Basis belaubte Pyramide dar. Die Äste verzweigen sich wie beim gemeinen Lebensbaum in wagerechten Flächen, das Laub ist meist saftiggrün, bei manchen Gartenformen aber auch bläulichweiß oder wie Silber schimmernd. Auf der Unterseite zeigen die Zweige eine Reihe verschwommener Y-förmiger Streifen. Die dachziegelig angeordneten Schuppenblätter tragen auf dem Rücken flache, längliche Drüsen; die männlichen Blüten (Abb. 105, B 2) sind rot, die weiblichen (Abb. 105, B 4) stahlblau; die 10 mm dicken, nur aus sechs Schilden bestehenden Zapfen (Abb. 105, B 5 und 6) sind in der Jugend weißlich- bis bläulichgrün, später schwarzbraun; die Samenflügel sind wenig schmäler als der Same (Abb. 105, B 7). Es gibt viele nach Wuchs und Färbung verschiedene Kulturformen dieser in Deutschland auch versuchsweise als Forstgewächs angepflanzten Art. In der Heimat, den Küstengebirgen Kaliforniens und Oregons, wird der Baum über 60 m hoch. Das wegen seiner Dauerhaftigkeit geschätzte Holz wird zu Eisenbahnschwellen, Pfosten und für Innendekorationen verwendet; vor allem eignet es sich für Vertäfelungen.

Die Montereyzypresse, C. macrocarpa, der pazifischen Küste Nordamerikas (Abb. 107) erinnert ihrem Wuchse nach an die Kiefer. Aus Mexiko sind C. excelsa und C. Knightiana in Europa eingeführt.

Die Untergattung Chamaecyparis enthält fünf Arten, von denen zwei in Japan, eine in Formosa und zwei in Nordamerika heimisch sind; die meisten werden auch in Deutschland in Gärten kultiviert.

Die beiden japanischen Arten sind durch Harzbläschen an den Samen gekennzeichnet (Abb. 108, A 7, B 6), aber dadurch voneinander unterschieden, daß die Samenflügel bei der Sawarazypresse, C. pisifera (Abb. 108, A 7), viel breiter als der Same, bei der Hinoki- oder Feuerzypresse, C. obtusa (Abb. 108, B), schmäler als der Same sind. Beide Arten haben überhängende Zweigspitzen, unterscheiden sich jedoch durch deren Unterseite: die von C. obtusa zeigt eine Reihe feiner Y-förmiger, weißer Streifen, die von C. pisifera zwei Reihen weißer, länglicher Flecke. Beide Arten sind in ihrer zwischen dem 30. und 38. Breitengrade gelegenen Heimat, in Japan, 30—40 m hohe Bäume, werden aber in Deutschland nur strauchförmig, und zwar in zahlreichen Kulturformen, gezogen, so z. B. C. obtusa mit hängenden



Abb. 107: Montereyzypresse (Cupressus macrocarpa) an der kalifornischen Küste des Stillen Ozeans. Nach Photographie von A. Aaronsohn.

Zweigen (forma pendula), als Zwergform (forma nana), goldfarbig (forma aurea), bärlappartig (forma lycopodioides), selten als Retinospora mit Nadeln. C. pisifera kultiviert man mit dichter farnartiger Verzweigung (forma filicoides), mit fadenförmigen Endzweigen (forma filifera), goldfarbig (forma aurea) oder als Retinospora mit Nadeln (forma squarrosa, Abb. 108, B 7) bzw. mit feinen Nadeln und Schuppen (forma plumosa). Die Feuerzypresse hat das schönste Holz aller japanischen Koniferen. Es hat gelblichweißen Splint und rosaroten Kern und wird außerordentlich geschätzt. Das atlasglänzende Holz der Sawarazypresse ist weniger gut; es wird zu leichten Kutschen und Faßdauben verwertet.

Die beiden nordamerikanischen Arten, die Zederzypresse, C. thyoides oder sphaeroidea, sowie die Sitkazypresse, C. nutkaënsis, sind durch das Fehlen der Harzbläschen an den Samen gekennzeichnet. Die Zederzypresse bewohnt das östliche Nordamerika von Kanada bis Nordcarolina und wird ein 25 m hoher Baum, dessen Holz als weißes Zedernholz vielseitige Verwendung findet. Die Zweige sind schmal und von graugrüner Färbung, die Flächenblätter haben einen sehr scharf begrenzten, starken Drüsenhöcker. Die 4—6 mm dicken, bläulich bereiften, braunen Zapfen bestehen aus drei bis vier Paaren Schuppen, deren Samenflügel viel schmäler sind als die Samen selbst. Die Sitkazypresse bewohnt das westliche Nordamerika von Sitka bis Oregon und erreicht dort eine Höhe von

40 m; sie liefert ein als gelbes Zedernholz bekanntes, leichtes, angenehm duftendes, sehr dauerhaftes Nutzholz. Die dunkelgrün gefärbten Zweige sind breiter und hängen an den Enden der Äste senkrecht herab, die Flächenblätter haben eine Drüsenfurche, die 8—10 mm dicken, bläulich bereiften, braunroten Zapfen werden von zwei bis drei Paaren Schuppen gebildet, die Samenflügel sind ebenso breit wie die Samen. Beide Arten sind in Deutschland in Kultur, von ersterer auch eine Retinospora-Form (forma ericoides) mit kurzen Nadeln, die unterseits mit zwei bläulichen Längsstreifen versehen sind.

Die Gruppe der Juniperinae enthält die einzige Gattung Juniperus oder Wacholder, die aber sehr zahlreiche, über die ganze nördliche Hemisphäre zerstreute Arten umfaßt. In der oberen Kreide und im mittleren Tertiär sind auch Reste von Juniperus in arktischen Gegenden gefunden worden. Das Charakteristische der Gattung und also auch der Gruppe besteht darin, daß die Fruchtschuppen bei der Reife fleischig werden, so daß man nicht mehr von eigentlichen Zapfen sprechen kann, sondern sie als Beeren, bei der Sektion Caryocedrus

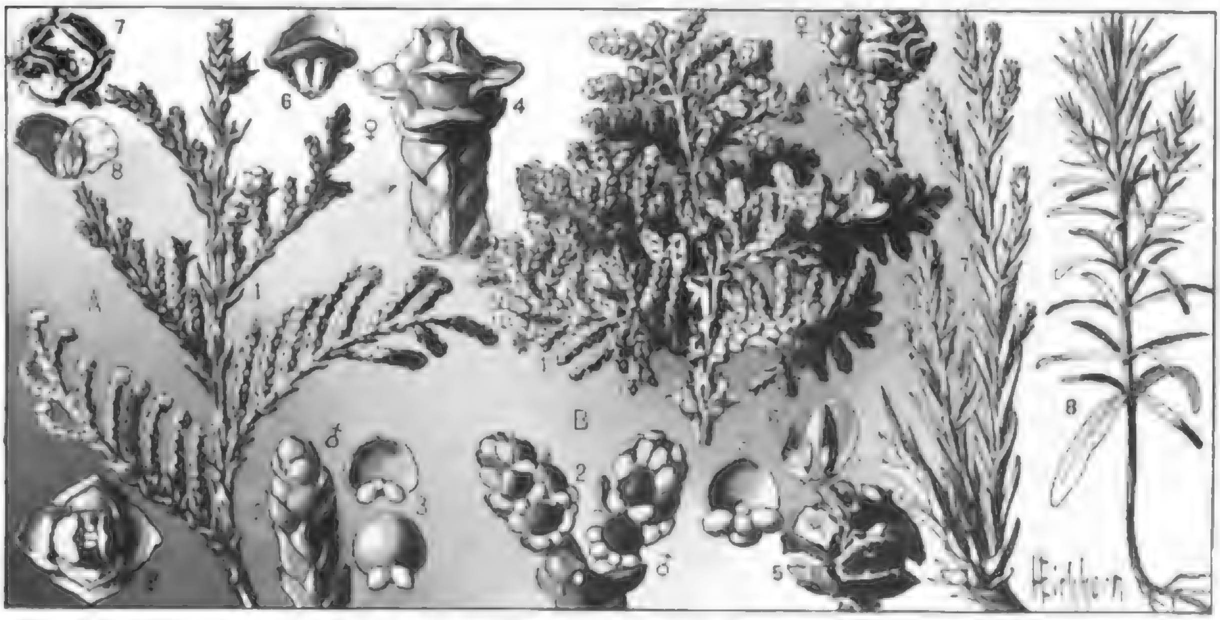


Abb. 108: Zypressengewächse (Cupressineae) IV: Cupressinae 2.

A) Cupressus pisifera: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) derselbe von oben; 6) Schuppe des weiblichen Geschlechtssprosses mit Samenanlagen, vergrößert; 7) Fruchtzapfen; 8) Same, vergrößert. B) Cupressus obtusa: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Geschlechtssprossen; 2) männliche Geschlechtssprosse, vergr.; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) weibliche Geschlechtssprosse; 5) Fruchtzapfen; 6) Same; 7) Retinosporaform; 8) Keimpflanze.

als Steinfrüchte ansehen muß, da hier der innere Teil der Fruchtschuppen sich in einen die Samen mehr oder weniger einschließenden Holzkern umbildet (Abb. 109, D 6). Bei den beiden anderen Sektionen der Gattung wird statt dessen die Samenschale holzig (Abb. 109, A 5, B 8). Diese beiden Sektionen unterscheiden sich ihrerseits dadurch voneinander, daß bei Oxycedrus die in dreizähligen Quirlen angeordneten Blätter meist nadelförmig sind, nicht am Stengel herablaufen und keine Harzdrüsen tragen, während bei der Sektion Sabina die Blattquirle meist zweizählig sind, so daß die gewöhnlich schuppenförmigen und am Zweige herablaufenden, mit einer Harzdrüse auf dem Rücken versehenen Blätter einander gegenüberstehen. Auch trägt bei Oxycedrus nur der oberste Quirl der Fruchtblätter Samenanlagen (Abb. 109, B 4 und 5), während bei der Sektion Sabina im Gegensatz hierzu der obere Quirl steril ist.

Die Sektion Oxycedrus enthält wenige Arten der nördlichen Hemisphäre, von denen zwei, J. communis und nana, über sämtliche drei nördlichen Kontinente verbreitet sind, die erstere sogar noch in Nordafrika vorkommt.

Am wichtigsten ist der gemeine Wacholder, J. communis (Abb. 109, B; Taf. 22, a), in Bayern und Tirol Kranewit, an der Ostsee Machandelbaum, in Holland Jeneverboom, in Frankreich Genévrier (von Juniperus) genannt, ein gewöhnlich vom Boden an verzweigter Strauch, seltener bis 10 m hoher Baum mit bis 2 m hohem Stamm, der sich durch seine in dreizähligen Quirlen stehenden lineal-lanzettlichen, stachelspitzigen, meist graugrünen Nadeln kennzeichnet, die an der Bauchseite mit einer Furche und einer weißen Längsbinde, auf der Rückenseite mit einem stumpfen, längsgefurchten Kiel versehen sind. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtssprosse befinden sich, wie bei den meisten Juniperus-Arten, an verschiedenen Individuen, so daß nur ein Teil der Sträucher Früchte trägt. Die meist kugelrunden, aber nahe unter der Spitze mit Schwielen, den letzten Resten der Fruchtblätter, versehenen Beerenzapfen sind schwarz, blau bereift, 7—9 mm dick und reifen erst im zweiten Jahre; sie sitzen einzeln auf 3 mm langen Kurztrieben.

Der gemeine Wacholder ist, wie schon der Name besagt (wach = munter, grün, hold = Holz), ein immergrüner Strauch. Er ist in ganz Europa, im Süden allerdings nur auf den Gebirgen, ferner auf den Gebirgen Algeriens, in Mittelasien bis zum Himalaja, in Nordasien und Nordamerika heimisch und stellenweise sehr häufig. Baumartig tritt er in offenem Gelände, vor allem in den Heiden des nordwestlichen und nordöstlichen Deutschlands auf. Strauchig ist er auf nassen Mooren und an feuchteren Stellen der Wälder. Auf dürren Hügeln und im Hochgebirge ist sein Wuchs zwerghaft. In einem 70 km breiten Streifen an der deutschen Nordseeküste fehlt der Wacholder fast ganz, und auch in Schleswig-Holstein ist er ziemlich selten; dagegen findet er sich oft als Unterholz in Kiefernwäldern und ist besonders an der Ostsee häufig.

Das Holz erreicht keine großen Dimensionen, ist weich und schwerspaltig, aber fest und dauerhaft und von angenehmem Duft. Drechsler, Holzschnitzer und Kunsttischler wissen es zu schätzen. In holzarmen Gegenden, wie Dalmatien, verwendet man es zum Hausbau sowie zu Stützpfählen für den Wein. Auch ein ätherisches Öl wird daraus destilliert, Zweige und Beeren dienen zum Räuchern. Letztere sind süßlich-aromatisch und werden häufig als Gewürz für Fleischspeisen und Gemüse benutzt oder, in Salz eingelegt sowie zu Mus verarbeitet, genossen. Außerdem dienen die Früchte, der Branntweinmaische hinzugefügt, zur Bereitung des als Genever, Steinhäger oder Gin bekannten Branntweins; sie finden auch medizinische Verwertung. In den Gärten wird die Pflanze nur wenig kultiviert, da der sparrige Wuchs nicht gerade zur Anpflanzung reizt; doch gibt es auch schön pyramidenartige Formen, die sogar als Parkbäume beliebt sind.

Der Zwergwacholder, J. nana, der neuerdings als Unterart des gemeinen Wacholders angesehen wird, ist ein niederliegender, kaum 30 cm hoher Strauch, dessen Nadeln kürzer sind und gedrängter stehen als die des gemeinen Wacholders; auch sind sie nicht gerade, sondern fast kahnförmig aufwärts gebogen. In den Hochgebirgen Europas, Asiens und Nordamerikas überschreitet der Zwergwacholder die Baumgrenze und findet sich noch bis zu 2500 m Meereshöhe. Besonders in den Alpen und den Karpathen ist er verbreitet, in Ostpreußen steigt er sogar bis in die Ebene herab.

Im Mittelmeergebiet kommt außer dem gemeinen Wacholder noch eine andere Art derselben Sektion vor, der Zedernwacholder, J. oxycedrus, der sich durch zwei weiße Längsbinden auf der Bauchseite der Blätter von dem gemeinen Wacholder unterscheidet, außerdem auf der Rückseite einen scharfen Kiel sowie kantige Zweige hat. Seine Früchte sind von glänzend braunroter Farbe. Von dieser Art gibt es auch eine großfrüchtige Form, die als großfrüchtiger Wacholder, J. macrocarpa, oft als besondere Art aufgeführt wird; ihre glänzenden, dunkel-purpurfarbenen, grauviolett bereiften Beeren haben einen Durchmesser von $1^1/_2$ cm. Formen mit glanzlosen grünen Beeren kommen ebenfalls vor. J. oxycedrus ist ein häufiger, 2—6 m hoher, selten baumförmig werdender Strauch der immergrünen Region; er findet sich am meisten in der Buschformation, den sogenannten Macchien, seltener in Wäldern, gewöhnlich auf steinigem oder sandigem Boden. Auf diesem Wacholder, seltener auf dem gewöhnlichen, wächst häufig ein schmarotzendes Mistelgewächs, Arceuthobium oxycedri. Das Holz dieser Art liefert einen öligen Teer, der als Kadeöl in der Tierarznei äußerlich angewendet wird. Die Früchte werden in gleicher Weise wie die des gemeinen Wacholders benutzt.

Andere Arten dieser Sektion finden sich in Ostasien, besonders in China und Japan. Sie stehen unserem Wacholder nahe, haben aber keine weitere Bedeutung.

Die Sektion Sabina, die, wie wir sahen, durch meist schuppige gegenständige Blätter gekennzeichnet ist, hat zwar im ganzen gleichfalls nördliche Verbreitung, findet sich aber in einzelnen Arten auch noch in Mexiko und auf den zentralafrikanischen Gebirgen. Nur eine Art, J. sabina, kommt in allen drei nördlichen Kontinenten vor.

Vor allen wichtig ist der gemeine Sadebaum, J. sabina (Abb. 109, C), auch Sevenbaum, Säbenbaum, französisch Sabine genannt, ein niedriger, meist nur bis $1^1/_2$ m hoher, gewöhnlich am Boden niederliegender oder aufsteigender, aber selten aufrechter Strauch der Alpen und der Karpathenkette, des Kaukasus, der Pyrenäen und der Gebirge Südeuropas, der aber auch in Vorder-, Mittel- und Nordasien sowie in Nordamerika verbreitet ist. Im Felsengebirge und an den großen Seen Nordamerikas findet sich eine weithin kriechende, den Boden teppichartig bedeckende Form, forma prostrata, die vielleicht besser als besondere Art anzusehen ist. In der Kultur wird dieser Wacholder zuweilen baumförmig und entwickelt dann auch an stärkeren Zweigen an Stelle der kreuz-paarweise stehenden Schuppen zu dreizähligen Quirlen angeordnete Nadeln, was übrigens auch bei wildwachsenden Formen zuweilen vorkommt. Die etwas hängenden schwarzen, bläulich bereiften Beeren haben nur 6—8 mm im Durchmesser; die Samen ragen häufig mit der Spitze aus dem Fruchtfleisch heraus. In den Gebirgen bevorzugt der Strauch felsige Gegenden sowie steinige Abhänge und steigt in der Alpenkette von etwa

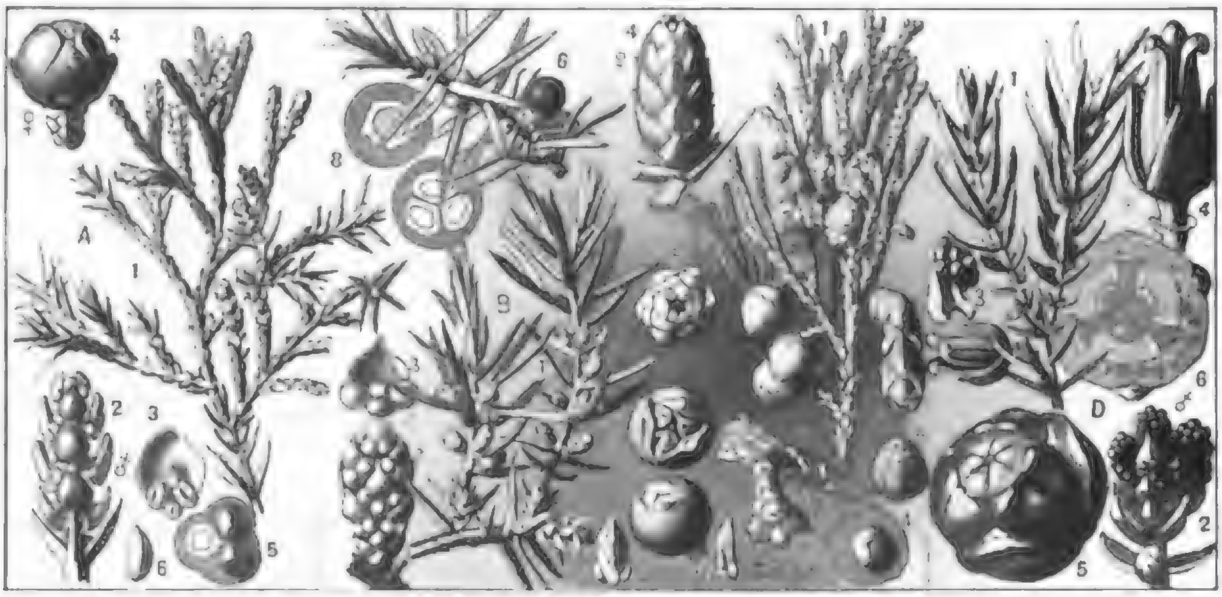


Abb. 109: Wacholder (Juniperus).

A) Juniperus virginiana: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergr.; 3) Schuppen des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken; 4) Frucht; 5) Frucht im Querschnitt; 6) Same.
B) Juniperus communis: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergrößert; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergrößert; 5) derselbe von oben mit drei Samenanlagen; 6) Fruchtzweig; 7) Früchte; 8) Früchte im Querschnitt; 9) u. 10) Samen.
C) Juniperus sabina: 1) Zweig mit weiblichen Geschlechtssprossen sowie Früchten; 2) u. 3) weibliche Geschlechtssprosse, vergrößert; 4) Frucht im Durchschnitt; 5) Same.
D) Juniperus drupacea: 1) Zweig mit weiblichem Geschlechtssproß; 2) männl. Geschlechtssproß, vergr.; 3) Schuppe des männlichen Geschlechtssprosses mit Pollensäcken, vergr.; 4) weiblicher Geschlechtssproß, vergr.; 5) Frucht; 6) Frucht im Querschnitt.

900 bis über 2300 m Meereshöhe hinauf. Die Pflanze hat einen starken, von weitem dem der anderen Wacholderarten ähnlichen aromatischen, in der Nähe aber widerlichen Geruch, und ihre Zweige, in Kleidungsstücke gelegt, sollen Motten fernhalten. Die Zweigspitzen (summitates sabinae) sind offizinell und werden auch vom Volke viel benutzt, um künstlich Abort hervorzurufen. Da hiermit häufig Mißbrauch getrieben wird, so entfernen manche Regierungen die Pflanze, soweit es ihnen möglich ist; so ist es z. B. den früher im Berliner Tiergarten vorhandenen Sadebäumen ergangen. Wegen ihres eigenartigen Wuchses, der die Pflanze zur Bekleidung künstlicher Felspartien geeignet macht, wird sie häufig angepflanzt, sowohl die zypressenblätterige Form (forma cupressifolia) mit anliegenden Schuppen als auch die tamariskenblätterige (forma tamariscifolia) mit teilweise abstehenden, lang-lanzettlichen Nadeln; ferner hat man auch buntblätterige Formen (forma variegata) gezüchtet.

Eine verwandte Art, aber mit glänzend roten Früchten und auffallend faserigem Beerenfleisch, ist der rotfrüchtige Sadebaum oder Zypressenwacholder, J. phoenicea, ein rundlich-pyramidaler, vom Grund an verzweigter, dicht buschiger Strauch mit zypressenähnlichem Laub, aufrechten Ästen und aufstrebenden Zweigen. Oft bewahren einzelne Zweige das Nadellaub des Jugendstadiums, die meisten sind aber mit dicht anliegenden Schuppenblättern bedeckt. Es ist ein Strauch der immergrünen Region

des Mittelmeergebietes und des Orients, der in den meisten Gegenden höchstens $2^1/_2$, auf den Kanaren bis 6 m hoch wird. Sein Geäst wird als Brennholz allgemein verwendet.

Viel wichtiger ist der virginische Sadebaum, J. virginiana, auch als rote Zeder bekannt (Abb. 109, A), ein bis 30 m hoher Baum von pyramidalem, im späteren Alter stark ausgebreitetem Wuchs, der in Nordamerika eine sehr weite Verbreitung hat; denn er reicht von der Hudsonbai bis Florida und von Britisch-Kolumbien bis Texas und Neumexiko. Seine Zweige tragen meist Schuppen und Nadeln; die kleinen Beeren sind, nachdem man den bläulichen Reif entfernt hat, von bräunlich-violetter Färbung, auch sind sie aufrecht oder abstehend, aber nicht hängend wie beim gemeinen Sadebaum. Das Laub ist bald frisch grün, bald blau- oder graugrün gefärbt. Dieser schöne Baum liefert einen großen Teil des im Handel vorkommenden Zedernholzes, das besonders zu Bleistiftfassungen benutzt wird und als solches unübertroffen dasteht; das Splintholz ist gelblich, das Kernholz gelblich- bis bläulichrot, leichter, weicher und besser spaltbar als das des gemeinen Wacholders und von sehr angenehmem Duft. Ferner verwenden Möbel- und Kunsttischler dieses Holz, das in seiner Heimat auch Bauzwecken dient. In Deutschland ist der Baum häufig angepflanzt, neuerdings auch in Forstkultur, seitdem sich herausgestellt hat, daß das hier wachsende Zedernholz für die Bleistiftfabrikation ebenso geeignet ist wie das immer seltener und teurer werdende amerikanische Material. Eine säulenartige Form kann in nördlicheren Gegenden als Ersatz der Zypresse dienen.

Der bermudische Sadebaum, J. bermudiana, der auf den Bermudasinseln sowie auf Barbados heimisch ist, liefert das Florida-Zedernholz; es ist ähnlich dem des virginischen Sadebaumes, aber härter und schwerer als dieses.

In den ostafrikanischen Gebirgen bis zum Njassasee, besonders in Abessinien, am Kenia und Kilimandjaro sowie in Usambara, findet sich der afrikanische Sadebaum oder Bergwacholder, J. procera (Taf. 22, b), häufig waldbildend, in Höhenlagen zwischen 1500 und 3000 m. Diese Art liefert in ihrem angenehm aromatisch duftenden Holz ebenfalls wertvolles Material für Bauten und Geräte, neuerdings zugleich einen Ersatz des virginischen Zedernholzes für Bleistifte. Die Wälder des West-Usambaragebirges werden schon im großen Maßstabe für den Holzexport ausgebeutet.

Zu derselben Sektion gehört noch eine Reihe anderer baumförmiger Arten, so der Weihrauch-Sadebaum, J. thurifera, auf der Pyrenäischen Halbinsel und in Algerien, dessen graugrüne Zweige einen streng aromatischen Geruch haben; ferner der im Orient weitverbreitete, vom Griechischen Archipel bis zum Kaukasus, nach Westtibet und dem Himalaja reichende orientalische Sadebaum oder Bergwacholder, J. excelsa, ein bis 20 m hoher Baum mit pyramidaler Krone und abstehenden bis aufrechten Ästen. Die auf den trockeneren inneren Rücken des westlichen Himalajas bis zu 4000 m Meereshöhe steigende Form, die oft als J. macropoda abgetrennt wird, liefert eins der wichtigsten Nutzhölzer Indiens, das trotz seiner Weichheit sehr dauerhaft ist; es wird zum Hausbau, zur Anfertigung von Wasserleitungsröhren, Gefäßen usw. benutzt.

Baumförmige, bis 30 m hohe Sadebäume gibt es auch in China (J. chinensis), in Mexiko (J. mexicana) und im westlichen Nordamerika (J. occidentalis), während J. pseudo-sabina in Sibirien, Tibet und im Westhimalaja zwar buschig, in dem feuchteren Osthimalaja aber baumförmig auftritt.

Die Sektion Caryocedrus umfaßt nur eine einzige, im vorderen Orient heimische Art.

Der Pflaumenwacholder, J. drupacea (Abb. 109, D), ist ein 12 m hoher Baum Kleinasiens und des nördlichen Syriens, der vereinzelt auch auf der Balkanhalbinsel vorkommt. Seine lanzettlich-breiten Nadeln sind unterseits gekielt, oberseits mit zwei weißen Längsbinden versehen; die 2 cm dicken Steinfrüchte enthalten süßes Fruchtfleisch, das zu einem genießbaren Mus verarbeitet wird. Das Holz wird in der Heimat zu Bauzwecken verwendet. In Deutschland gedeiht die Pflanze schlecht.

Klasse 6:

Gnetales oder Gnetumartige Gewächse.

Die im Aussterben begriffene und nur noch drei Gattungen enthaltende Klasse der Gnetales wird mit Recht an das Ende der Gymnospermen gestellt, da das Vorhandensein von Blütenhüllen und Gefäßen im sekundären Holz als eine etwas weiter gehende Differenzierung angesehen werden muß. Ob freilich die Blütenhülle der Gnetales ein dem Perianth bzw. Perigon der höheren Pflanzen identisches Gebilde ist, muß fraglich bleiben. Die hier

zuerst, dann aber bei den höheren Gewächsen überall auftretenden Gefäße sind bekanntlich infolge des Verschwindens der oberen und unteren Scheidewände zu Röhren verbundene Zellkomplexe, die inmitten geschlossener Zellen liegen und im wesentlichen der schnellen Wasserbeförderung dienen. Einen weiteren Unterschied der Gnetales von den übrigen Gymnospermen bildet das Fehlen von Harzgängen. Ährige Anordnung der männlichen Blüten findet sich bei allen drei Gattungen, deutliche Fruchtzapfen hat nur die Gattung Tumboa (Welwitschia). Die Einrichtungen zur Sicherung der Befruchtung sind in den einzelnen Gattungen verschieden, die eigenartigen Befruchtungsvorgänge wurden teilweise schon in der Einleitung zu den Gymnospermen (S. 326 f.) besprochen. Keimblätter sind, wie schon bei den meisten Kupressineen, nur in Zweizahl vorhanden, auch die späteren Blätter sind gegenständig angeordnet.

Ob die drei Gattungen als besondere Familien betrachtet oder, wie es meist geschieht, als drei Unterfamilien der einzigen Familie der **Gnetaceae** oder **Gnetumgewächse** angesehen werden, hängt von der Auffassung der sich damit beschäftigenden Systematiker ab. Tatsache ist, daß sie sich stark voneinander unterscheiden. Namentlich in ihrer Tracht sind sie ungemein verschieden: Tumboa ist ein fast stammloses Gewächs mit einer gewaltigen Pfahlwurzel und nur zwei riesigen riemenförmigen Blättern, die Arten der Gattung Ephedra sind verzweigte Sträucher mit Schuppenblättern, Gnetum enthält größtenteils Lianen mit wohlausgebildeten Laubblättern.

Während Ephedra in der Hauptsache der nördlichen warm-gemäßigten Zone angehört und nur in Amerika sich weit südlich bis Argentinien ausdehnt, ist Gnetum eine tropische Gattung sämtlicher in die Tropen reichenden Kontinente, Tumboa dagegen auf die trockensten Gebiete des subtropischen Südwestafrikas beschränkt. Leider kennt man keine fossilen Typen dieser gewiß in früheren Perioden reichausgebildeten und weitverbreiteten Pflanzenklasse.

Die Unterfamilie der **Ephedroïdeae** oder **Meerträubelgewächse** umfaßt nur die Gattung Ephedra oder Meerträubel, die etwa 30 Arten enthält, sämtlich verzweigte, kleine oder große, bis 8 m hohe Sträucher, deren gerillte Äste ein schachtelhalmartiges Aussehen haben, aber an den nur zweizähnigen Scheiden sofort erkennbar sind. Einige Arten haben lange und dünne, etwas gebogene Stengel, die zwischen anderen Sträuchern in die Höhe klimmen, die meisten dagegen starre, gerade Äste, die dem Strauch einen besenartigen Charakter verleihen, da die kleinen, meist bleichgrünen, schuppenartigen Blätter durch weit längere, in der Jugend gleichfalls grüne, später starr werdende Stengelstücke (Internodien) voneinander getrennt sind (Abb. 110, B 1). Oft setzt schon dicht am Boden eine reiche Verzweigung ein, und auch unterirdische Ausläufer sind häufig. Die verschiedenen Geschlechter sind meist auf verschiedene Individuen verteilt; die männlichen Blüten bilden gewöhnlich achselständige, zuweilen verzweigte Ähren mit wenigen oder zahlreichen Blüten (Abb. 110, B 2). Diese bestehen aus einem in der Regel zweilappigen kurzen Schlauch, der Blütenhülle, und einer fadenförmigen Säule, welche die sitzenden oder kurz gestielten zwei bis acht, meist zweifächerigen Antheren trägt (Abb. 110, B 3 und 4). Die rundlichen oder ellipsoidischen, längsgefurchten Pollenkörner enthalten außer der zum Keimschlauch auswachsenden Zelle noch eine nicht durch eine Zellulosemembran von ihr getrennte vegetative Zelle. Die weiblichen Blüten stehen einzeln oder zu zwei bis drei endständig und sind von einigen Paaren sich dachziegelartig deckender Schuppen umgeben (Abb. 110, B 5 und 6), die bei der Reife entweder fleischig werden, wobei sie sich, wie beim Wacholder, zusammenschließen und eine Scheinbeere darstellen, oder aber eine trockenhäutige Fruchthülle bilden. Die einzelnen weiblichen Blüten bestehen aus einer schlauchförmigen, bei der Reife zäh-lederartigen und

dunkel bis schwarz gefärbten Hülle und einer aufrechten Samenanlage, deren einziges Integument oben in einen langen, oft gedrehten Hals ausläuft, der die Samenanlage und Blütenhülle überragt (Abb. 110, B 8 und 9; Abb. 80, A 1). Die Bestäubung erfolgt vermittels eines Wassertropfens, wie bei der Eibe; die Pollenkörner werden durch Verdunstung dieses Tropfens in den Hals des Integumentes hineingezogen und in einer trichterförmigen Vertiefung des sich auflockernden Gewebes der Spitze der Samenanlage abgesetzt, wo sie sofort

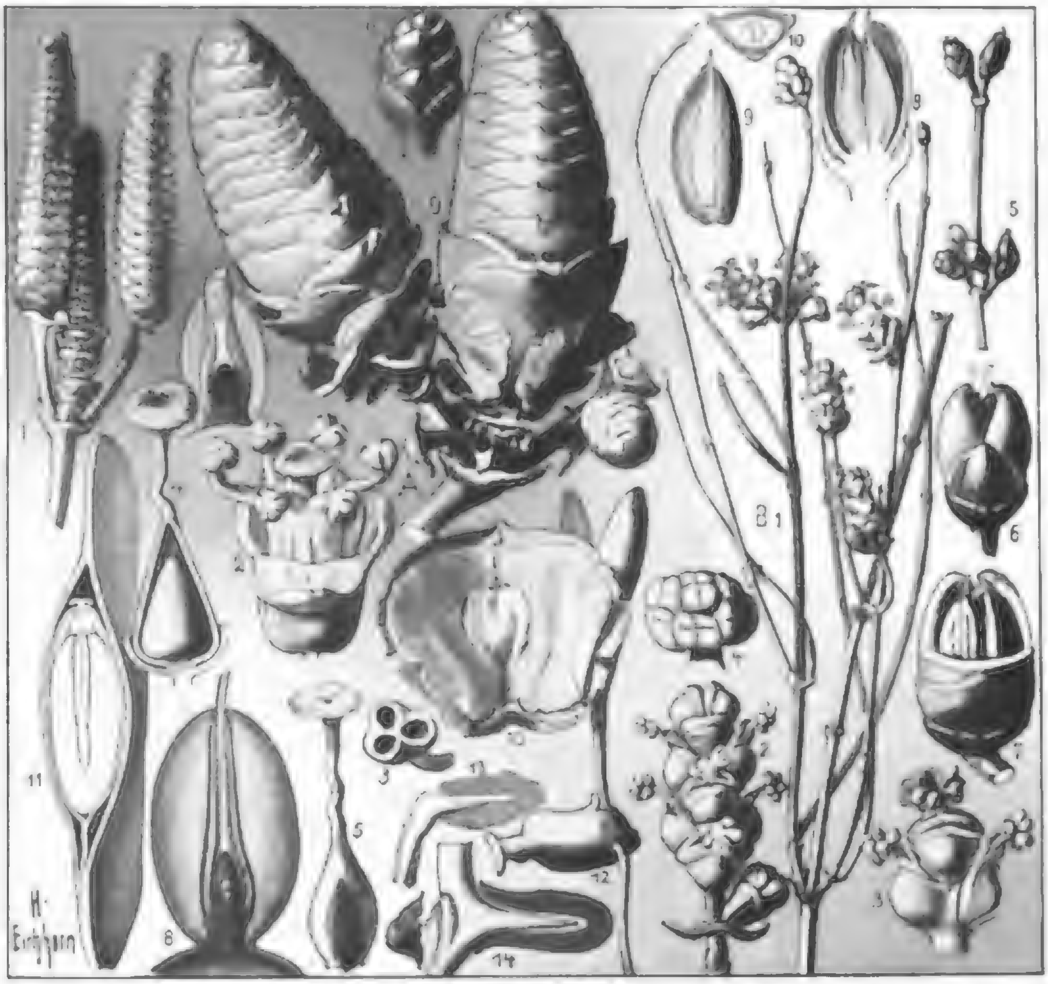


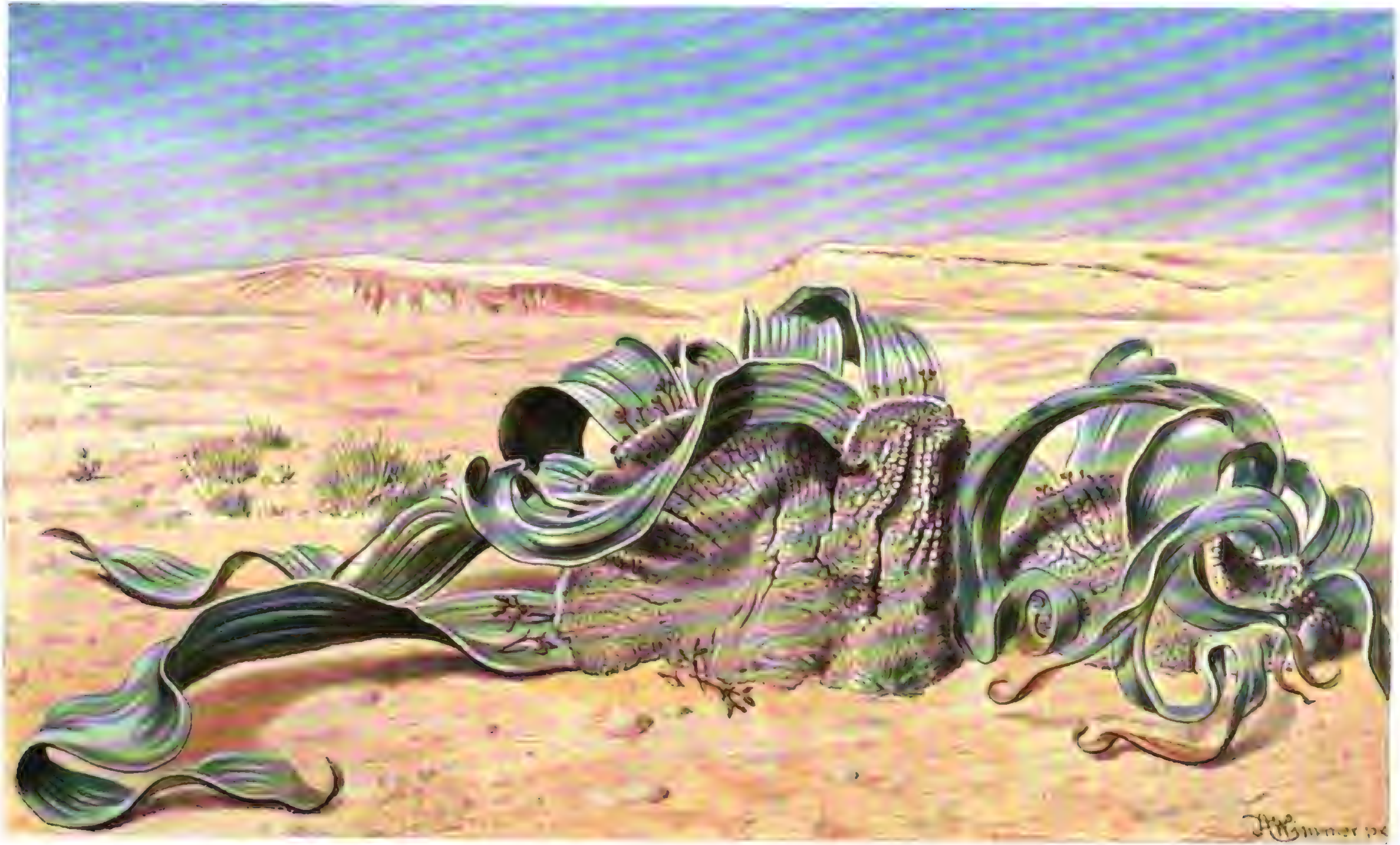
Abb. 110: Gnetumgewächse (Gnetaceae) I.

A) Tumboa Bainesii (Welwitschia mirabilis): 1) Männliche Geschlechtssprosse; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Pollensäcke, aufgesprungen, vergrößert; 4) u. 5) verkümmerte Samenanlage mit griffelartiger Röhre, vergrößert; 6) weiblicher Geschlechtssproß; 7) weibliche Blüte, vergrößert; 8) weiter entwickelte weibliche Blüte, vergrößert; 9) Fruchtzapfen; 10) Same mit Fruchtschuppe; 11) Same im Längsschnitt, vergrößert; 12) Same mit Keimpflanze, vergrößert; 13) u. 14) Saugfortsatz des Keimlings im Samen, vergrößert.
B) Ephedra distachya: 1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) männliche Blüten, vergrößert; 4) Pollensäcke, vergrößert; 5) weibliche Geschlechtssprosse; 6) weibliche Blüte, vergrößert; 7) Frucht, vergrößert; 8) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 9) Same im Längsschnitt; 10) Same im Querschnitt.

die Pollenschläuche entwickeln, die nach den Eizellen hin wachsen (Abb. 80, A 3). Bei den in Mehrzahl vorhandenen Archegonien lassen sich noch die Halszellen sowie eine Kanalzelle unterscheiden (Abb. 80, A 2). Die nach der Befruchtung in Teilung übergehenden Eikerne wachsen zwar zu mehreren Embryoanlagen aus (Abb. 80, A 4), aber nur eine davon gelangt zur Entwickelung und bildet einen an einem zusammengerollten Suspensor sitzenden Keimling mit zwei Keimblättern (Abb. 110, B 10).

Wie die geographische Verbreitung zeigt, hat diese Gattung früher weit größere Teile der Erde bedeckt, und zwar ist anzunehmen, daß Nordeuropa, die arktischen Gegenden und

Tafel 23.



Welwitschie (Tumboa Bainesii) in Deutsch-Südwestafrika.

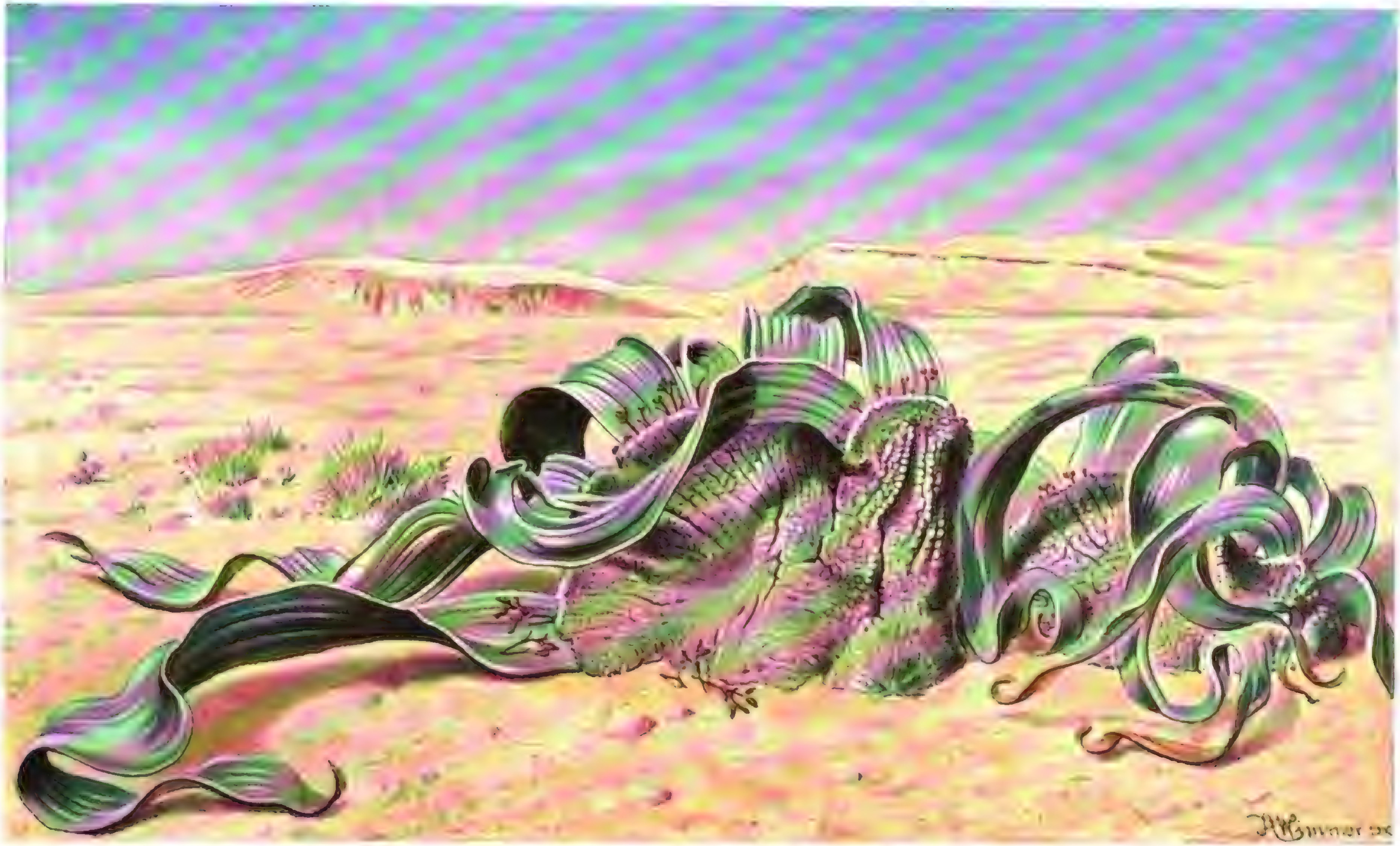
Nach einem Aquarell von A. Wimmer.



[illegible]

... Pollenschläuche ... [illegible] ... an mehr... [illegible]
... Mehrzahl vorhandenen ... [illegible] ... noch die ... [illegible]
...zelle unterscheiden (Abb. ..., A ... [illegible] ... Befruchtung ... [illegible]
...kerne wachsen zwar zu mehreren ... [illegible] ... (Abb. ... [illegible]
... dann zur Entwickelung und bilden ... [illegible]
...Keimling mit zwei Keimblättern ... [illegible]

Was die geographische Verbreitung ... [illegible] ... diese Gattung ... [illegible]
... der Erde bewohnt, und zwar ist ... [illegible] ... Mitteleuropa. Die ältesten ... [illegible]



Welwitschie (Tumboa Bainesii) in Deutsch-Südwestafrika.

Nach einem Aquarell von A. Wimmer.

Nordamerika die Verbindung hergestellt haben werden. Die antarktische Verbindung, die bei Araucaria, Libocedrus und Podocarpus möglich ist, dürfte hier, bei dem Fehlen der Gattung in australischen Gebieten sowie in Südafrika, unwahrscheinlich sein.

In Europa ist die Gattung nur im Süden verbreitet, jedoch dringt der zweiährige Meerträubel, E. distachya (Abb. 110, B), vom Mittelmeergebiet aus in einige Täler der Alpen. Man findet ihn z. B. an den Felsen des Dos Trento bei Trient und an den Schieferfelsen über Schlanders im Vintschgau, in der durch den korkzieherartig gedrehten Hals des Integumentes gekennzeichneten Unterart helvetica im Rhonetal zwischen Martigny und Sitten sowie in den Kottischen Alpen bei Susa. Auch in Mittelungarn und Siebenbürgen, in der Provence sowie zwischen Antibes und Nizza kommt die Art vor. Es ist ein aufrechter oder aus niederliegendem Grunde aufsteigender, bis 1 m hoher Strauch mit roten, 6—7 mm langen, kugeligen Beeren und braunschwarzen, wenig hervorragenden, $4^1/_2$—$5^1/_2$ mm langen Samen, der steinige und felsige Orte sowie sandige Meeresküsten liebt — daher der Name Meerträubel, französisch raisin de mer, italienisch uva marina. Seine Fruchtstände (amenta uvae marinae) dienen als Volksheilmittel und waren früher auch offizinell. Sehr nahe steht ihm der größere Meerträubel, E. major oder nebrodensis, der von den Kanarischen Inseln durch das Mittelmeergebiet und den Orient bis zum Himalaja verbreitet ist und fast kugelige männliche Ähren und nur einblütige weibliche Blütenstände hat. Eine andere Art, der brüchige Meerträubel, E. fragilis, wird höher und klettert häufig in Gebüschen; er hat zartkrautige Zweige mit linealen, halb stielrunden Blattflächen und bewohnt nur das östliche Mittelmeergebiet sowie den Orient von Dalmatien bis Kurdistan. Während diese Art fünf bis sechs Staubbeutel in den männlichen Blüten und nur 1—2 mm lange Blätter besitzt, hat der auf Nordafrika beschränkte, nahe verwandte hohe Meerträubel, E. altissima, nur zwei bis vier Staubbeutel und $1^1/_2$—3 mm lange Blätter. Auf den Anden Südamerikas ist der Anden-Meerträubel, E. andina, häufig, vielleicht nur eine Varietät des weitverbreiteten amerikanischen Meerträubels, E. americana, in Mexiko dagegen E. antisyphilitica, eine gleichfalls als Heilmittel benutzte Pflanze, worauf schon ihr Name hindeutet. Einen weiteren wirtschaftlichen Wert hat die Gattung nicht; sie ist nur durch ihren eigenartigen, an besonders trockene Gegenden angepaßten Habitus sowie durch ihre systematische Bedeutung von Interesse.

Die Unterfamilie der **Tumbooïdeae** oder **Welwitschiagewächse** enthält gleichfalls nur eine einzige Gattung, allerdings eine der auffallendsten Formen des Pflanzenreiches. Sie heißt Tumboa, wird aber gewöhnlich mit dem Namen Welwitschia bezeichnet, den ihr der englische Botaniker Hooker im Jahre 1863 zu Ehren ihres Entdeckers, des österreichischen Arztes Fr. Welwitsch, gegeben hat, nachdem schon im Jahre 1861 der ihr von Welwitsch selbst beigelegte Name Tumboa — Tumbo heißt bei den Eingeborenen des Kaps Negro „die Pflanze" — veröffentlicht worden war. Die einzige vorhandene Art dieser Gattung hatte Hooker im Jahre 1861 als Tumboa Bainesii beschrieben, zwei Jahre später aber nannte er sie Welwitschia mirabilis.

Wie Tafel 23 zeigt, ist die Welwitschie eine Pflanze mit ganz niedrigem, dickem, holzigem Stamm, der bei jüngeren Exemplaren meist eine kreiselförmige Gestalt hat und eine Pfahlwurzel tief in den Boden hineinsendet. In die Dicke wächst er durch ein Teilungsgewebe, das dicht unter der Rinde, aber außerhalb des Gefäßbündelringes liegt; das Dickenwachstum findet also in ähnlicher Weise statt wie bei vielen Monokotyledonen. Die Endfläche des Stammes ist im Alter mannigfach gewulstet und schon früh durch eine Furche in zwei Hälften geteilt, die entweder zusammen eine gerade Fläche mit später aufgewulstetem Rande bilden oder mehr oder weniger aufgerichtet sind und dann zuweilen den Eindruck eines geöffneten Raubtierrachens machen. Unterhalb des Randwulstes der Endfläche entspringen aus Querfurchen zwei lange riemenförmige, lederartige und sich im Laufe der Jahre mehrfach der Länge nach zerteilende Blätter, die sich auf dem Erdboden hinschlängeln. Diese Blätter wachsen vom Grund aus immer weiter, so daß sich ihre oberen Teile auf dem Erdboden langsam vorwärts schieben. Sie werden meist 2 m lang, doch kennt man auch

solche von 3—4 m Länge; da der Stamm 1—2 m breit ist, so bedeckt die Pflanze, wenn man die Blätter der Länge nach ausstreckt, eine Fläche von fast 10 m Ausdehnung. In Anbetracht des langsamen Wachstums müssen solche Exemplare ein hohes Alter erreicht haben: man spricht sogar von hundertjährigen Welwitschien. Aus dem aufgewulsteten Rande der Endfläche des zuweilen als Stuhl verwendeten Stammes sprießen die verzweigten Geschlechtssprosse hervor, männliche und weibliche, an verschiedenen Individuen, die, nachdem sie abgefallen sind, kreisrunde, grübchenförmige Narben hinterlassen.

Die Blütenstände beider Geschlechter sind zapfenförmig mit dachziegelig und kreuzgegenständig, also in vier Zeilen angeordneten Schuppen; die männlichen sind schmal zylindrisch (Abb. 110, A 1), die weiblichen eiförmig (Abb. 110, A 6). Die männlichen Blüten (Abb. 110, A 2) haben eine vierblätterige Blütenhülle und sechs am Grunde vereinigte Staubgefäße mit dreifächerigen Staubbeuteln (Abb. 110, A 3) sowie einer verkümmerten Samenanlage, deren schlauchförmiges Integument sich in eine gekrümmte griffelartige Röhre verlängert, die von einer tellerförmigen, eine Narbenfläche vortäuschenden Platte gekrönt ist (Abb. 110, A 4 und 5). Die weibliche Blüte (Abb. 110, A 7) besteht aus einer schlauchförmigen, zusammengedrückten, seitlich mit zwei Flügeln versehenen Blütenhülle und einer Samenanlage, deren einziges Integument sich in eine etwas zerschlitzte Röhre verlängert, die schließlich die Blütenhülle ein wenig überragt (Abb. 110, A 8). Die Befruchtung wird auch hier höchstwahrscheinlich durch einen Tropfen vermittelt, der den Pollen beim Verdunsten durch die Röhre des Integumentes zur Samenanlage hinunterzieht, wo dieser dann keimt. Im Gegensatz zu Ephedra hat Tumboa nur einzellige, sitzende Antheridien und Archegonien ohne Hals- und Kanalzellen; dagegen ist auch hier der Keimling an einem langen Embryoträger befestigt. Der schließlich 5—8 cm lange Fruchtzapfen (Abb. 110, A 9) ist von schön scharlachroter oder gelber Färbung; seine allmählich von der Achse sich lösenden Schuppen umschließen die breitgeflügelten, von der mitwachsenden Blütenhülle umgebenen Samen (Abb. 110, A 10). Die Samen zeigen im Längsschnitt den zylindrischen, mit zwei Keimblättern versehenen Embryo vom Nährgewebe umhüllt und darum schalenförmig ein äußeres Nährgewebe (Perisperm), das in eine fleischige, kegelförmige Spitze (Kernwarze) ausläuft (Abb. 110, A 11). Bei der Keimung wird schon frühzeitig das erste Würzelchen angelegt, während ein im Nährgewebe steckender spornförmiger Nährfortsatz diesem die Nährstoffe entnimmt (Abb. 110, A 12—14). Die Keimblätter ergrünen bald, breiten sich nach den beiden Seiten aus, werden auch riemenförmig, sterben aber bald ab, nachdem sich das einzige Paar Laubblätter entwickelt hat.

Das wunderbare Gewächs hat nur beschränkte Verbreitung: es wächst ausschließlich in den küstennahen Gegenden des subtropischen Südwestafrikas, und zwar in der Trockenzone zwischen dem Swakopfluß und dem Kunene und, letzteren nördlich noch etwas überschreitend, bis zum Kap Negro. An diesem Orte wurde die Pflanze 1860 in der Nähe der Walfischbai von Welwitsch, bald darauf von Andersson und Baines entdeckt. Neuerdings hat man einer Eisenbahnstation jener Gegend wegen der vielen dort wachsenden Exemplare der Pflanze den Namen „Welwitsch" beigelegt.

Zu der Unterfamilie der **Gnetoïdeae** oder **Gnetumgewächse** gehört nur die eine Gattung Gnetum, die, wie schon erwähnt, zahlreiche, meist lianenförmige, schlingende Gewächse der tropischen Wälder umfaßt; doch gibt es auch einige baumförmige Arten, die freilich keine große Höhe erreichen. Das Holz der schlingenden Formen ist nicht nur durch große Gefäße gekennzeichnet, ein Merkmal der meisten Lianen, sondern auch dadurch, daß

das Kambium früh seine holzbildende Tätigkeit einstellt, worauf dann in der Rinde ein neues entsteht, und so weiter. Infolgedessen erscheint das Holz wie bei den Menispermazeen und einigen anderen Familien aus mehr oder weniger konzentrischen Partien zusammengesetzt, die durch schmale Linien des weicheren Rindengewebes voneinander getrennt sind. Auffällig sind die Verdickungen der Stengelknoten jedesmal dort, wo die Blätter sitzen, und ferner das leichte Zerfallen der Stengel in einzelne Glieder. Die paarweise gegenständig sitzenden Blätter zeigen nichts Außergewöhnliches. Die achselständigen Blütenstände sind getrennten Geschlechtes, beide ährenförmig; die Blütenstände selbst stehen in Quirlen etagenförmig übereinander, und zwar bilden die weiblichen Blüten einfache



Abb. 111: Gnemonbaum (Gnetum gnemon).

1) Zweig mit männlichen Geschlechtssprossen; 2) männlicher Geschlechtssproß, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) Pollensäcke, vergrößert; 5) weibliche Geschlechtssprosse; 6) weibliche Blütenquirle, vergrößert; 7) weibliche Blüte, vergrößert; 8) weibliche Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 9) Früchte; 10) Frucht im Längsschnitt; 11) Frucht im Längsschnitt, vergrößert, mit Keimling und Embryoträger; 12) keimender Same; 13) junger Keimling mit Saugorgan.

einreihige Quirle (Abb. 111, 6), während bei den männlichen die Quirle mehrreihig sind, indem jeder nach oben zu von einem Kranz steriler Samenanlagen abgeschlossen wird (Abb. 111, 1 und 2). Die männlichen Blüten setzen sich aus einer kurzröhrigen, von Haaren umgebenen, schwach zweispaltigen Blütenhülle und einer Säule, die in zwei kurzen, einfächerigen Antheren endet (Abb. 111, 3 und 4), zusammen, die weiblichen aus einer schlauchförmigen Blütenhülle und zwei schlauchförmigen Integumenten, von denen das innere in einer die Blütenhülle überragenden, an der Spitze in mehrere Teile gespaltenen Röhre endet (Abb. 111, 7 und 8). Befruchtung und Anlage des Embryos wurden schon oben (S. 326 f.) besprochen, der Keimling sitzt an einem langen, eingerollten Embryoträger, in reichliches Nährgewebe eingebettet. Im übrigen besteht die Frucht aus der fleischig gewordenen Blütenhülle und den zur Reifezeit erhärtenden Integumenten, ist also als eine Art Steinfrucht anzusehen. Von den kaum 20 Arten gehören die meisten dem Malaiischen Archipel

und Neuguinea an, eine findet sich auf Hongkong, eine in Afrika, der Rest im tropischen Amerika, besonders im Amazonasgebiet.

Wichtig ist eigentlich nur Gnetum gnemon, ein kleiner Baum des Malaiischen Archipels, aus dessen Früchten häufig Speisen bereitet werden. Der Gnemonbaum wird daher allgemein in den Dorfhainen angebaut, selbst von den Papuas in Neuguinea, und die zerstampften Kerne sind überall auf den Märkten zu kaufen; auch die Blätter werden als Gemüse verzehrt. Unter den lianenförmigen Gnetum-Arten gibt es gleichfalls einige, deren Früchte als Speise benutzt werden, eine malaiische Art heißt deshalb sogar G. edule. Von anderen Arten dient der Bast zur Anfertigung von primitiven Stricken für den Hausgebrauch.

Unterabteilung b:

Angiospermae oder Bedecktsamige Gewächse.

Die Angiospermen übertreffen an Zahl und Bedeutung die Gymnospermen, die mit ihnen zusammen die Abteilung der Spermophyten oder Samenpflanzen bilden, in ganz außerordentlichem Maße. Wir haben schon S. 319 darauf hingewiesen, daß die Gymnospermen in der Sekundärzeit die Flora der Erde beherrschten, daß sich aber schon in der Kreideperiode, also am Ende der Sekundärzeit, ein starker Wettbewerb der einfacheren Formen der Angiospermen bemerkbar machte. In der Tertiärzeit haben letztere den Sieg davongetragen und sich allmählich zu der Fülle entwickelt, in der wir sie jetzt als wesentliches Pflanzenkleid der Erde kennen.

Wie wir gleichfalls schon (S. 318) gesehen haben, besteht das Hauptmerkmal der Angiospermen darin, daß die Samen in einem von den Fruchtblättern gebildeten Hohlraum sitzen. Auch zur Blütezeit ist diese Umhüllung der Samenanlagen schon vorhanden, und zwar trägt sie, um die Befruchtung zu ermöglichen, Narben, welche den Pollen auffangen und die keimenden Pollenschläuche durch ihr Gewebe und das der häufig vorhandenen Griffel den Samenanlagen zuführen. Daher wird diese Unterabteilung von einigen Forschern als Stigmateae oder Narbenpflanzen bezeichnet, während andere sie wieder als Metaspermae oder spätere Samenpflanzen den Archispermae oder Ursamenpflanzen gegenüberstellen.

Der Name Blütenpflanzen ist, wie schon bei der Besprechung der Samenpflanzen (S. 316) hervorgehoben wurde, ein Ausdruck, der die großen Abteilungen des Pflanzenreiches nicht scharf genug abgrenzt. Denn wenn man die umgewandelten Geschlechtsblätter als Charakteristikum einer Blüte ansieht, müßten nicht nur die Gymnospermen, sondern auch sehr viele Archegonienpflanzen, besonders Farn- und Schachtelhalmgewächse, zu den Blütenpflanzen gerechnet werden. Anderseits dürften, wenn die Umwandlung der unterhalb der Geschlechtsblätter befindlichen Blätter als das eine Blüte charakterisierende Merkmal betrachtet wird, zwar die meisten Gymnospermen nicht als Blütenpflanzen bezeichnet werden; immerhin aber wären die Gnetazeen und selbst manche Archegonienpflanzen, ja sogar Moose, als Blütenpflanzen anzusehen. Man sollte sich gewöhnen, nur dann von einer Blüte zu sprechen, wenn weder die Geschlechtsblätter noch die unmittelbar unter ihnen stehenden blattartigen Organe typischen Blattcharakter haben, wenn vielmehr erstere nur als Träger oder Hüllen der Geschlechtsorgane, letztere als Schutz- oder Schauorgane ausgebildet sind und meist gleichzeitig eine Hülle der Geschlechtsorgane darstellen. Freilich kommen auch bei den Angiospermen noch hier und da nackte Blüten vor, d. h. solche, die einer Blütenhülle entbehren (Abb. 112a, A). Aber solche Fälle sind großenteils als Rückbildungserscheinungen aufzufassen, da Pflanzen, die diesen Gewächsen sonst nahestehen, wohlausgebildete Blütenhüllen haben.

Wenn also auch der Begriff Blüte kein scharfes Trennungsmerkmal für die Angiospermen darstellt, so ist er doch ein hervorstechendes Charakteristikum dieser Unterabteilung und im Volksgebrauch fast ausschließlich mit diesen höchsten Pflanzen verknüpft.

Der Hauptfortschritt der hier durchgehends als Blüten zu bezeichnenden Geschlechtssprosse gegenüber denen der Gymnospermen besteht in dem allmählichen Übergang von der Spiralstellung der einzelnen Sporophylle zur Wirtel- oder Quirlstellung. Bei dem weitaus größten Teil der Angiospermen bilden nicht nur die weiblichen und die männlichen Sporophylle, sondern auch die bei den Gymnospermen noch kaum auftretenden Hüllblätter, die in ihrer Gesamtheit Blütenhülle oder Perianthium genannt werden, Wirtel oder so dicht gedrängte Spiralen, daß diese als Wirtel erscheinen.

Sind die verschiedenen Blattgebilde der Blüte als Quirle angeordnet, so bezeichnet man die Blüten als zyklisch gebaut (Abb. 112a, B), da dann die Ansatzstellen der Blattgebilde an der Achse zusammen verschiedene Kreise darstellen; man spricht deshalb auch von den verschiedenen Blattkreisen einer Blüte. Ist nur ein Teil der Blattgebilde einer Blüte quirlig, der andere aber spiralig angeordnet, so nennt man die Blüte hemizyklisch (Abb. 112a, C). Azyklisch (Abb. 112a, D) sind die Blüten, die eine ausschließlich spiralige Anordnung der Blattgebilde aufweisen. Den Kreisen der Blütenhülle folgen gewöhnlich ein bis zwei Kreise männlicher Geschlechtsblätter, die zusammen das sogenannte Andrözëum darstellen, und weiter ein Kreis oder eine Spirale weiblicher Geschlechtsblätter, die das sogenannte Gynözëum bilden.

Die Zahl der verschiedenen Blattkreise der Blüten variiert sehr, je nachdem einzelne der Kreise fehlen oder in einer Mehrzahl vorhanden sind. Am häufigsten sind vier- und fünfquirlige (tetra- und pentazyklische) Blüten, je nachdem ein oder zwei Kreise von Staubgefäßen auftreten. Auch die einzelnen Quirle sind in der Mehrzahl der Blüten vier- oder fünfgliederig, d. h. sie sind aus vier oder fünf Teilen zusammengesetzt. Bestehen die verschiedenen Kreise aus der gleichen Anzahl von Gliedern, so nennt man die Blüte euzyklisch (Abb. 112a, E), im umgekehrten Falle heterozyklisch (Abb. 112a, F). Kann man die Blüte nur durch eine senkrechte Ebene in zwei gleiche Hälften zerlegen, so ist sie zweiseitig symmetrisch oder zygomorph (Abb. 112a, G; 112b, E); wird sie durch mehr als eine Ebene in gleiche Hälften zerlegt, so ist sie strahlig oder aktinomorph (Abb. 112a, A—F; 112b, F). Dagegen gibt es nur wenig völlig asymmetrische Blüten (Abb. 112a, H).

Die Blütenhülle wird gewöhnlich von zwei Blattkreisen gebildet, von dem Kelch oder Calyx und der Blumenkrone oder Corolla. Der Kelch setzt sich häufig, die Blumenkrone nur selten aus zwei Kreisen oder auch aus spiralig angeordneten Blattgebilden zusammen.

Der Kelch wird von Kelchblättern oder Sepala, die Blumenkrone von Blumenblättern oder Petala gebildet. Sind die Kelchblätter den Blumenblättern gleichartig geformt und gefärbt, so nennt man die Blüten homochlamydeïsch und bezeichnet ihre einzelnen Blätter als Tepala. Sie sind dann entweder alle hochblattartig oder prophylloïd (Abb. 112a, J), d. h. sie erinnern an kleine Blätter und dienen nicht als Schauorgan, sondern nur als Schutzorgan, oder sie sind blumenblattartig oder korollinisch bzw. petaloïd (Abb. 112a, K). Bei der Mehrzahl der Blüten aber sind die beiden Kreise der Blütenhülle ungleichartig, und diese Blüten nennt man heterochlamydeïsch (Abb. 112a, L). Häufig fehlen die Blätter des einen Kreises ganz, und dann nennt man die Blüten apetal (Abb. 112a, M), wobei sich in vielen Fällen nachweisen läßt, daß sie nur verkümmert oder abortiert sind.

Charakteristisch für die Angiospermen im Gegensatz zu den Gymnospermen ist der Umstand, daß bei den meisten Blüten die **Blumenkrone farbig** ist, wobei die weißer

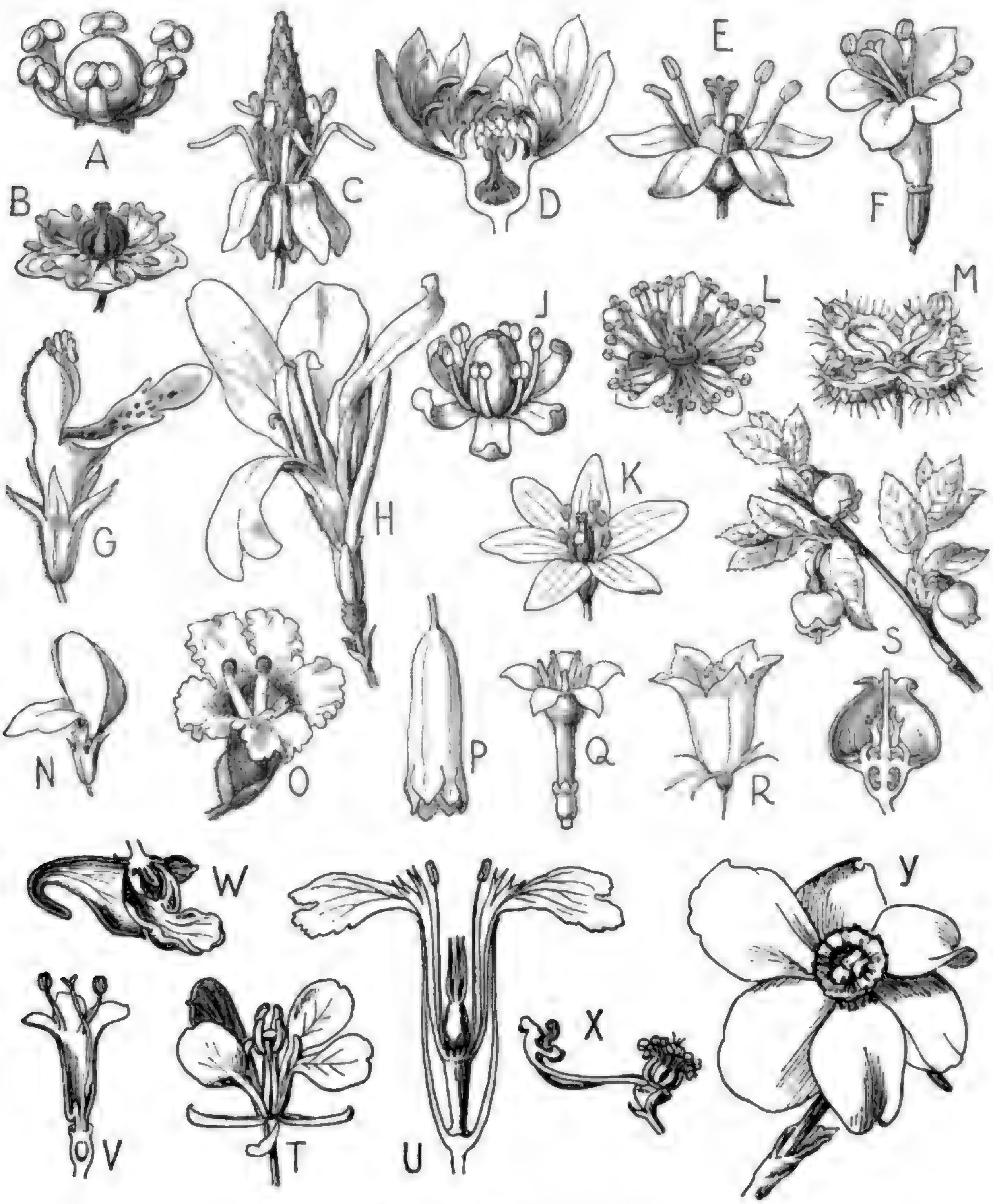


Abb. 112a: Blütenformen.

A) Nackte Blüte von Calla; B) zyklische Blüte von Phytolacca; C) hemizyklische Blüte von Myosurus; D) azyklische Blüte von Calycanthus; E) euzyklische Blüte von Aralia; F) heterozyklische Blüte von Valeriana; G) zygomorphe Blüte von Stachys; H) asymmetrische Blüte von Canna; J) homochlamydeische Blüte von Acorus; K) homochlamydeische Blüte von Gagea; L) heterochlamydeische Blüte von Tilia; M) apetale Blüte von Urtica; N) gamosepale Blüte von Lotus; O) gamopetale Blüte von Tecoma; P) röhrige Blumenkrone von Polygonum; Q) trichterförmige Blumenkrone von Rubia; R) glockige Blumenkrone von Campanula; S) krugförmige Blumenkrone von Vaccinium; T) Blüte mit nagelförmigen Blumenblättern von Sinapis; U) Blüte mit zungenförmigen Ligularbildungen von Lychnis; V) sackige Blumenkrone von Valeriana; W) gespornte Blumenkrone von Impatiens; X) Blumenkrone mit Nektarien von Aconitum; Y) Blume mit Nebenkrone von Narcissus.

rote, gelbe und blaue Farbe vorherrscht, während der Kelch gewöhnlich grün gefärbt erscheint. Sind die Kelchblätter nicht nur ebenso gefärbt, sondern haben sie auch noch annähernd die gleiche Form wie die Blätter der Blumenkrone, so bezeichnet man die Blütenhülle als Perigonium. Selbst wenn das Perianth nur aus einem Kreise besteht, ist es doch häufig gefärbt. Die rote und die blaue Färbung beruht auf dem je nach der sauren oder alkalischen Reaktion durch Anthozyan rot oder blau gefärbten Zellsaft der Blüten, während die gelbe Farbe durch gelb gefärbte Chromatophoren bedingt wird; der gelbe Farbstoff heißt Anthoxanthin. Die bunte Färbung der Blumenkrone deutet auf eine Bestäubung durch Tiere, meist Insekten, zuweilen auch Vögel, hin, die durch den weithin sichtbaren Schauapparat angelockt werden. Man bezeichnet die Blüten als entomophil und ornithophil, je nachdem sie von Insekten oder von Vögeln aufgesucht werden. Bei sehr unscheinbaren Blüten, die auf die Insekten mehr durch Nektarabsonderung oder starken Duft wirken, ist wie bei den auf Windbestäubung angewiesenen sogenannten Windblütlern oder anemophilen Blüten die Färbung meist wenig ausgeprägt.

Sehr mannigfaltig ist die Form des Kelches. Die Kelchblätter sind häufig mehr oder weniger verwachsen: dann ist der Kelch verwachsenblätterig oder gamosepal (Abb. 112a, N), und die freien, sehr verschieden geformten Teile heißen dann Kelchabschnitte oder Laciniae. Der verwachsene Teil ist häufig krug-, röhren-, glocken-, schüssel-, trichterförmig oder bauchig, oft aber oben mit einem Rande oder Limbus versehen. Stehen die einzelnen Kelchblätter frei an der Achse, so wird der Kelch freiblätterig oder eleutherosepal, auch chorisepal oder polysepal genannt. Die Kelchblätter stehen spiralig oder zyklisch, der Kelch ist aktinomorph oder zygomorph, zuweilen gespornt (calcaratus) oder sackig (saccatus), hinfällig (caducus), später abfallend (deciduus) oder bleibend (persistens). Häufig ist der Kelch warzig, stachelig, mit Widerhaken versehen, behaart, geflügelt, zuweilen trägt er ein Federkrönchen, einen sogenannten Pappus, und wird dann als Federkelch bezeichnet. Manchmal sitzen außen in den Zwischenräumen der Kelchblätter oder unterhalb derselben noch andere Blattgebilde, die einen sogenannten Außenkelch darstellen. Auch Nektarien findet man häufig am Kelch.

Die Blumenkrone zeigt eine noch größere Mannigfaltigkeit der Form als der Kelch. Die Blumenblätter sind entweder frei — dann nennt man die Blumenkrone freiblätterig oder choripetal bzw. eleutheropetal, auch wohl polypetal — oder mehr oder miteinander verwachsen — dann ist die Blumenkrone verwachsenblätterig oder gamopetal bzw. sympetal (Abb. 112a, O). Sie ist entweder aktinomorph oder zygomorph, scheiben-, schüssel-, krug- oder trichterförmig, auch häufig röhrig oder glockig (Abb. 112a, P—S), sackig oder gespornt (Abb. 112a, V und W), und zwar finden sich letztere Formen besonders bei gamosepalen Blumenkronen. Die Blumenblätter bestehen häufig aus einem unteren schmalen Teil, dem Nagel oder Unguis (Abb. 112a, T), und einem oberen breiten Teil, der Platte oder Lamina, an deren Basis zuweilen zungenförmige Gebilde, Zungen oder Ligulae, auftreten (Abb. 112a, U). Diese stellen zusammen oft eine Art Krone dar, die Nebenkrone oder Paracorolla genannt wird; diese Nebenkrone ist zuweilen schüssel- oder röhrenförmig (Abb. 112a, Y). Ferner kommen Nektarien der verschiedensten Art vor, manchmal sind einzelne Blumenblätter sogar völlig in Nektarien umgewandelt (Abb. 112a, X).

Auch die Blütenknospe zeigt manche charakteristischen Verhältnisse, besonders bezüglich der Knospendeckung oder Knospenlage, Aestivatio oder Praefloratio, d. h. der Art, wie die einzelnen Blätter der Blütenhülle über- oder nebeneinanderliegen. Meist ist die Knospenlage dachig, imbrikat, dachziegelig (Abb. 112b, A), oder sie ist klappig,

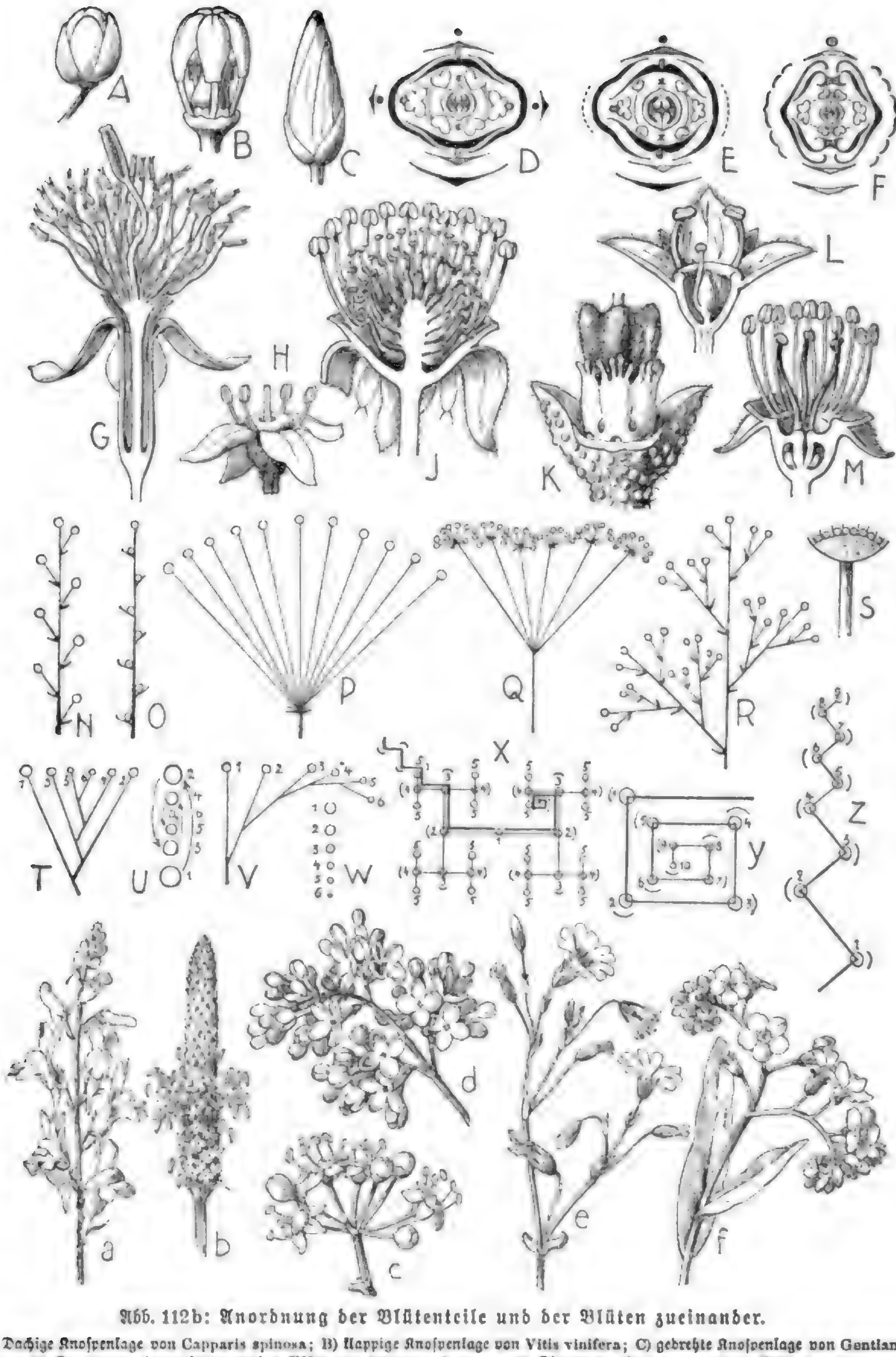


Abb. 112b: Anordnung der Blütenteile und der Blüten zueinander.

A) Dachige Knospenlage von Capparis spinosa; B) klappige Knospenlage von Vitis vinifera; C) gedrehte Knospenlage von Gentiana lutea; D) Diagramm einer aktinomorphen Blüte von Dicentra formosa; E) Diagramm einer zygomorphen Blüte von Corydalis cava; F) Diagramm einer aktinomorphen Blüte von Hypecoum procumbens; G) Gynophor in der Blüte von Maerua angolensis; H) polsterförmiger Diskus der Blüte von Cornus mas; J) perigyne Blüte von Geum urbanum; K) kronenförmiger Diskus der Blüte von Spiranthera odoratissima; L) perigyne Blüte von Alchemilla alpina; M) epigyne Blüte von Pirus malus; N) Traube; O) Ähre; P) Dolde; Q) Doppeldolde; R) Rispe; S) Köpfchen; T) Fächel; U) Fächel von oben; V) Sichel; W) Sichel von oben; X) Trugdolde; Y) Schraubel; Z) Wickel; a) traubiger Blütenstand von Linaria; b) ähriger Blütenstand von Plantago; c) doldiger Blütenstand von Helix; d) rispiger Blütenstand von Syringa; e) zymöser Blütenstand (Dichasium) von Cerastium; f) wickelförmiger Blütenstand von Myosotis.

valvat (Abb. 112b, B), nämlich dann, wenn die einzelnen Blätter der Blütenhülle sich berühren, aber nicht decken. Wenn sie, sich völlig deckend, übereinanderliegen, nennt man sie reitend oder equitativ, wenn sie sich zwar nicht decken, aber die sich berührenden Ränder nach innen gebogen sind, eingefaltet oder induplikativ. Bei der dachziegeligen Knospenlage unterscheidet man wieder verschiedene Unterarten, je nach der Reihenfolge der verschiedenen Blätter; wichtig ist vor allem die gedrehte oder kontorte Knospenlage (Abb. 112b, C), bei der stets entweder der rechte oder der linke Rand jedes Blattes das benachbarte deckt.

Ferner ist auch die Lage der Blüte zu dem Tragsproß von Bedeutung, schon bei den aktinomorphen Blüten (Abb. 112b, D und F), namentlich aber bei den zygomorphen, deren Teilungsebene bei den median-zygomorphen Blüten mit der Medianebene, d. h. der Ebene, die durch die Blütenachse und die Abstammungsachse geht, zusammenfällt, bei den transversal-zygomorphen Blüten (Abb. 112b, E) darauf senkrecht steht; selten sind schräg-zygomorphe Blüten. Die Resupination, d. h. die nachträgliche Umkehrung der Lage einer Blüte in die entgegengesetzte Stellung, kommt ziemlich häufig vor.

Die Blütenachse ist gleichfalls recht verschiedenartig gebaut, bald flach, polster- bis scheibenförmig, dann oft als Rezeptakulum oder Torus bezeichnet, bald lang, keulen- oder walzenförmig. Folgen die verschiedenen Kreise der Blütenhülle sowie der Geschlechtsblätter, das Andrözëum und Gynözëum, dicht aufeinander, so nennt man die Glieder oder Internodien der Blütenachse gestaucht. Ist das letzte Glied der Achse gestreckt, so daß die weiblichen Geschlechtsblätter, das Gynözëum, gewissermaßen von einem Stiel getragen werden, so bezeichnet man diesen Teil der Achse als Gynophor (Abb. 112b, G). Ist die Achse an irgendeiner Stelle innerhalb der Blüte wulstig verdickt, so nennt man die Verdickung einen Diskus, obgleich sie häufig gar keine Scheibenform hat, sondern auch polsterförmig, schüsselförmig, krug- oder napfförmig sein kann; ja sogar kronenförmige, gekerbte oder in Lappen, Schuppen, Drüsen bzw. Strahlen aufgelöste Diskuseffigurationen kommen vor (Abb. 112b, H und K). Gewöhnlich dienen sie als Sekretionsorgane für zuckerhaltige oder honigartige Säfte zur Anlockung von bestäubungvermittelnden Tieren; dann bezeichnet man sie als Nektarien oder Saftdrüsen, die zuweilen durch besondere Saftdecken geschützt werden.

In den meisten Fällen sitzen die weiblichen Geschlechtsblätter, das Gynözëum, höher an der Blütenachse als die übrigen Teile. Diese haben dann eine hypogynische Insertion, und die Blüten bezeichnet man in diesem Falle als hypogynisch, den Fruchtknoten als oberständig (Abb. 112b, G und K). Ist die Blütenachse aber ausgehöhlt, so sitzt das am Grunde der Aushöhlung befindliche Gynözëum tiefer als die anderen Teile der Blüte, letztere sind dann perigynisch inseriert, und der Fruchtknoten ist mittelständig (Abb. 112b, J u. L). Wenn die Wand der Blütenachse in diesem Falle von dem Gynözëum völlig ausgefüllt und mit ihm verwachsen ist, so befinden sich die anderen Blütenteile scheinbar auf dem Gynözëum, sind also epigynisch inseriert, während der Fruchtknoten unterständig ist (Abb. 112b, M).

Die Blüten sitzen entweder einzeln oder als Blütenstände, Infloreszenzen, zu mehreren bis vielen beisammen. Blüten und Blütenstände stehen teils endständig oder terminal an den beblätterten Sprossen, teils achselständig oder axillär in den Blattachseln, seltener ohne Zusammenhang mit den Blattachseln seitlich am Blattsproß. Die Blüten sind entweder sitzend oder gestielt; im letzteren Falle werden sie von einem Blütenstiel oder Pedicellus getragen. Gewöhnlich steht der Blütenstiel in der Achsel eines kleinen bis schuppenförmigen, zuweilen gefärbten Tragblattes, das als Deckblatt

oder Bractea bezeichnet wird. Häufig finden sich an dem Blütenstiel selbst auch noch einige kleine Blättchen, die Vorblätter oder Prophylla genannt werden.

Die Blütenstände teilt man ein in einfache oder zusammengesetzte Infloreszenzen, je nachdem die entweder sitzenden oder gestielten Blüten sich unmittelbar an der Hauptachse oder Rhachis des Blütenstandes oder an Nebenachsen, Pedunculi, befinden. Die Tragblätter der Hauptachse werden als Bracteae, die Tragblätter der Nebenachsen und Blütenstiele als Bracteolae bezeichnet. Je nachdem die Hauptachse unbegrenzt oder begrenzt ist, zerfallen die Blütenstände in traubige oder razemose und in trugdoldige oder zymose Infloreszenzen. Bei ersteren zweigt sich eine unbestimmte, bei letzteren eine von vornherein bestimmte Anzahl von Nebenachsen oder Blüten von der Hauptachse ab. Zu jenen gehört die Traube, die Ähre, die Dolde und das Köpfchen, zu diesen das Pleiochasium und Dichasium oder Trugdolde.

Die Traube oder Racemus, auch Botrys genannt (Abb. 112b, N und a), trägt an der gestreckten Hauptachse gestielte, die Ähre oder Spica dagegen (Abb. 112b, O und b) ungestielte Blüten. Das Kätzchen oder Amentum ist eine Ähre mit gedrängt stehenden, blumenblattlosen Blüten, der Kolben oder Spadix eine solche mit stark verdickter Hauptachse; der Zapfen oder Conus der Nadelhölzer ist eine Ähre mit holzigen Tragblättern. Die Dolde oder Umbella (Abb. 112b, P und c) wird durch eine verkürzte Hauptachse und gestielte Blüten gekennzeichnet, die dicht beieinander stehenden Tragblätter bilden hier oft eine Involucrum genannte Hülle. Das Köpfchen oder Capitulum (Abb. 112b, S) hat eine verkürzte Hauptachse und sitzende Blüten und wird gleichfalls häufig von einem Involucrum umhüllt. Ist die Achse verbreitert oder scheibenförmig, so entsteht ein Blütenkorb oder Calathidium.

Das selten vorkommende Pleiochasium besteht aus mehr als zwei, das Dichasium oder die Trugdolde (Abb. 112b, X und e) aus zwei Nebenachsen, wobei es einerlei ist, ob die Hauptachse mit einer Blüte abschließt oder keine solche aufweist; im letzteren Falle ist der Blütenstand gegabelt. Trägt jede der beiden Nebenachsen alle Blüten oder sekundären Nebenachsen auf derselben Seite, so entsteht eine Schraubel oder Bostryx (Abb. 112b, Y), die, wenn die Blüten alle in einer Ebene liegen, als Sichel oder Drepanidium (Abb. 112b, V und W) bezeichnet wird. Wechselt die Orientierung der Blüten oder sekundären Nebenachsen fortwährend, so entsteht ein Wickel oder Cicinnus (Abb. 112b, Z und f), der, wenn die Blüten alle in einer Ebene liegen, Fächel oder Rhipidium (Abb. 112b, T und U) genannt wird. Verkürzte Trugdolden sind oft verkürzten traubigen Infloreszenzen sehr ähnlich. So erinnern die durch das Verschwinden der Achsen entstehenden Blütenbüschel oder Fasciculi sehr an ungestielte Dolden. Treten auch die Blütenstiele zurück, so haben wir Knäuel oder Scheinhalbquirle, die den Köpfchen ähneln. Durch Verbreiterung der Achse entstehen scheiben- und becherförmige Blütenstände oder Receptacula, die an die Blütenkörbe erinnern.

Die zusammengesetzten Blütenstände werden nach den Komponenten bezeichnet, aus denen sie gebildet werden, wobei das Grundwort immer auf die letzten Verzweigungen hinweist. So spricht man z. B. von Ährentrauben, Köpfchendolden, Doldenschraubeln, Schraubelwickeln usw. Sind die beiden Komponenten gleicher Art, so nennt man die Blütenstände zusammengesetzt; es gibt also zusammengesetzte Trauben, zusammengesetzte Dolden (Abb. 112b, Q) usw. Andere Benennungen gehen mehr auf die Form als auf das Wesen. So bezeichnet man einen pyramidalen zusammengesetzten Blütenstand als Rispe oder Panicula (Abb. 112b, d), eine abgeflachte zusammengesetzte Infloreszenz als Schirmrispe oder Corymbus, einen Blütenstand, dessen untere Zweige die oberen überragen, als Spirre oder Anthela.

Auch die Stellung der Blüten zur Achse kann allerhand Besonderheiten veranlassen, so stehen z. B. bei den **dorsiventralen Blütenständen** alle Blüten auf der Oberseite



Abb. 113: Verschiedene Formen des Andrözeums (der Staubgefäße).

A) Monadelphisches Andrözeum von Erythroxylon; B) diadelphisches Andrözeum von Pisum; C) polyadelphisches Andrözum von Xanthochymus; D) synantherisches Andrözeum von Cosmos; E) synandrisches Andrözeum von Cucurbita; F) monadelphisch-synandrisches Andrözeum von Malva; G) Staubgefäß mit verlängertem Konnektiv von Salvia; H) Staubgefäß mit verlängertem Konnektiv und behaartem Filament von Tradescantia; J) Staubgefäß mit blumenblattartig verbreitertem Filament von Nymphaea; K) Staubgefäß mit verkümmertem Konnektiv und versatiler Anthere von Lamium; L) Blüte mit einem in ein Staminodium umgewandelten Staubgefäß von Lopezia; M) fiederig verzweigte Staubgefäße von Calothamnus; N) rispig verzweigte Staubgefäße von Ricinus; O) verbreitertes und verzweigtes Staubgefäß von Polygala; P) Staubgefäß mit verbreitertem Konnektiv von Campelia; Q) Staubgefäß mit keulenförmig hervorragendem Konnektiv von Unona; R) Staubgefäß mit speerförmig hervorragendem Konnektiv von Humirium; S) Staubgefäße mit spornförmigem Anhang von Viola; T) Staubgefäß mit vereinigten Thekafächern von Aquilegia; U) Staubgefäß mit breitem, flachem Konnektiv von Popowia; V) drei zu einem schirmförmigen Andrözeum vereinigte Staubgefäße, die Antheren zu einem Ring vereinigt, von Phyllanthus; W) Staubgefäß mit sich durch Poren öffnenden Theken von Solanum; X) Staubgefäß mit verdicktem behaarten Filament und gespornten, mit Poren aufspringenden Theken von Arbutus; Y) Staubgefäß mit Nektarien tragendem Filament und mit je zwei Klappen aufspringenden Theken von Persea; Z) Blüte mit teilweise in Staminodien umgewandelten Staubgefäßen von Cassia; a) Blüte mit blumenblattartigen Staminodien von Pilea; b) Blüte mit drei in Staminodien umgewandelten Staubgefäßen von Commelina; c) junge Blüte mit drei Staminodien von Cochliostoma; d) ringförmig anverwachsene Staminodien (Synandrodien) einer weiblichen Blüte von Clusia nemorosa.

der Achsen, durch Verbreiterung kann die Achse einen phyllodienartigen Charakter annehmen, Teile der Achse können Form und Funktion von Ranken erhalten, usw. Kurzum, bei den Angiospermen findet sich im Gegensatz zu den recht einfachen Verhältnissen der Gymnospermen bezüglich der Blütenstände eine geradezu erstaunliche Mannigfaltigkeit.

Ein weiteres bezeichnendes Merkmal der Angiospermen ist die Doppelgeschlechtigkeit der Blüten. Während bei den Gymnospermen die Geschlechtssprosse oder Blüten entweder ausschließlich männlichen bzw. weiblichen Geschlechtes sind und nur bei Tumboa (Welwitschia) das weibliche Geschlecht in den männlichen Blüten, freilich verkümmert, auftritt, überwiegen bei den Angiospermen die Blüten mit zweierlei Geschlecht. Diese sind demnach zwitterig, hermaphroditisch oder monoklinisch und werden infolgedessen als Zwitterblüten bezeichnet. Zwar gibt es auch viele eingeschlechtige oder diklinische Blüten unter den Angiospermen, man nimmt aber an, daß sie erst im Laufe der Stammesentwickelung ihr Zwittertum eingebüßt haben, also durch Verkümmerung oder Abort eingeschlechtig geworden sind. Solche diklinische Blüten sind einhäusig oder monözisch, wenn männliche und weibliche Blüten auf ein und derselben Pflanze vorkommen, zweihäusig oder diözisch, wenn sie sich auf verschiedene Pflanzen verteilen, vielehig oder polygam, wenn Zwitterblüten und eingeschlechtige an denselben oder an verschiedenen Pflanzen der gleichen Art vorkommen. Oft ist in diklinischen Blüten das fehlende Geschlecht noch in verkümmertem Zustande (rudimentär) oder andeutungsweise vertreten.

Die männlichen und die weiblichen Geschlechtsorgane, das Andrözëum oder die Staubblattformation und das Gynözëum oder die Fruchtblattformation, sitzen in der Regel übereinander an der Achse, und zwar zu unterst, oberhalb der Blütenhülle, das Andrözëum; darüber, die Blüte abschließend, das Gynözëum.

Das Andrözëum besteht aus einem bis vielen Kreisen von Staubgefäßen; letztere sind häufig spiralig angeordnet. Die Staubfäden sind von äußerst verschiedener Form und Länge, meist fadenförmig, häufig aber auch dick, stellenweise angeschwollen oder blattartig verbreitert, mit Haaren, Drüsen, nebenblattartigen Bildungen versehen, zuweilen in zwei Schenkel gespalten, auch büschelig, handförmig, fiederig, ja sogar rispig verzweigt (Abb. 113, M—O); die einzelnen Äste tragen dann entweder vollständige oder nur halbe Antheren mit einer Theka. Überaus mannigfaltig sind die Staubfäden auch in ihrer Gestaltung; es gibt lange, kurze, schmale, dicke, gerade, gebogene, schlangenförmig gewundene, mehr oder weniger tief gespaltene, stumpfe, abgerundete, spitze, hornartige Anhänge tragende, mit schmalem, breitem, warzenförmigem, plattenförmigem, faden- oder spießförmig verlängertem Mittelband oder Konnektiv, mit pinselförmigen Haarbüscheln versehene usw. (Abb. 113, P—U). Man bezeichnet sie als sitzend, wenn sie mit ihrer Basis an dem Staubfaden befestigt sind, als aufliegend, wenn sie in ihrer Mitte angeheftet sind, als beweglich (versatil), wenn sie nur an einem Punkt aufliegen, und als angewachsen, wenn sie mit der ganzen Fläche dem Staubfaden angeheftet sind (Abb. 113, V). Sie öffnen sich mit Längs- oder Querspalten, mit Löchern an der Spitze oder mit Klappen (Abb. 113, W—Y). Die Fächer sind gewöhnlich so angeordnet, daß je ein Fach jeder Theka der Innen- und Außenseite der Blüte zugekehrt ist. Oft aber sind alle Fächer der Innenseite oder der Außenseite zugekehrt, und dann nennt man die Antheren intrors oder extrors. Vielfach verwachsen die Antheren zu einer Röhre, zuweilen zu einer Säule oder einer halbkugelartigen Masse (Abb. 113, D—F). Die beiden Fächer der einzelnen Theken verschmelzen nicht selten, manchmal sogar auch die Theken selbst, so daß dann die Antheren nur einfächerig sind; in einzelnen Fällen jedoch werden sie durch Teilung vielfächerig.

Bilden die Staubgefäße nur einen Kreis, so werden die Blüten haplostemon genannt. Bilden sie zwei Kreise, so heißen sie diplostemon, wenn der äußere Kreis den Kelchblättern, der innere den Blumenblättern gegenübersteht, obdiplostemon, wenn die Stellung der beiden Kreise die umgekehrte ist. Verwachsen die Staubfäden zu Bündeln oder Adelphien, während die Staubbeutel getrennt bleiben, so nennt man die Blüten je nach der Zahl der Bündel monadelphisch, diadelphisch oder polyadelphisch (Abb. 113, A—C). Verwachsen umgekehrt die Staubbeutel, während die Staubfäden getrennt bleiben, so sind die Blüten synanther (Abb. 113, D); verwachsen Staubbeutel und Staubfäden zu einem Synandrium, so heißt die Blüte synandrisch (Abb. 113, E und F). Oft verwachsen auch die Staubfäden mit den Blumenblättern, selten mit den Kelchblättern oder dem Gynözëum. Die Pollenkörner selbst wurden schon in der Einleitung zu den Spermophyten (S. 309 f.) ausführlich behandelt.

Sehr häufig ist die Umwandlung von Staubgefäßen in sterile Organe, in Staminodien. Diese können übrigens die Form der Staubgefäße beibehalten, oder sie nehmen einen blumenblattartigen Charakter an, oder sie stellen kleine zungen-, löffel- oder spießförmige Organe dar, oder sie erhalten die Form von Drüsen oder Honigblättern und die Funktion von Nektarien (Abb. 113, Z und a—c). Zuweilen verwachsen sie auch untereinander und stellen dann sogenannte Synandrodien dar (Abb. 113, d). Namentlich an der Bildung von gefüllten Blüten nehmen die zu blumenblattartigen Staminodien umgewandelten Staubgefäße teil, sehr selten dagegen wandeln sie sich ganz oder teilweise in Fruchtblätter um. So findet man alle Übergänge von den Staubblättern zu den nächstunteren oder nächsthöheren Blütenblattkreisen, also zu den Blumenblättern und zu den Fruchtblättern.

Das Gynözëum, der letzte oder am höchsten an der Blütenachse stehende Kreis der Blattgebilde einer Blüte, besteht aus den Fruchtblättern, Karpiden oder Karpellen; auch diese sind noch häufig spiralig angeordnet. Eins der wesentlichen Merkmale der Angiospermen besteht darin, daß ihre Fruchtblätter die Samenanlagen mit ganz vereinzelten Ausnahmen (z. B. Reseda) völlig umschließen, sei es jedes einzelne Fruchtblatt für sich, sei es alle zusammen. Sind die Fruchtblätter untereinander verwachsen, so ist das Gynözëum synkarp (Abb. 114, C); sind sie frei, was weniger häufig vorkommt, so nennt man letzteres apokarp (Abb. 114, A). Jedes einzelne dieser Gebilde wird Stempel oder Pistillum genannt; es wird seinerseits von einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet. Je nach der Anzahl der Fruchtblätter, aus denen es besteht, wird es als mono-, di-, tri-, polymeres bzw. als einfaches oder zusammengesetztes Pistill bezeichnet (Abb. 114, E—H). Ebenso heißt das Gynözëum je nach der Zahl der Pistille, die es zusammensetzen, monokarpisch, dikarpisch, polykarpisch (Abb. 114, B, C). Bei jedem Pistill unterscheidet man einen unteren hohlen Teil, den Fruchtknoten oder das Ovarium, und einen oberen, die Narbe oder das Stigma; zwischen beiden Teilen ist häufig noch der Griffel oder Stylus eingeschoben.

Der Fruchtknoten ist der Raum, in welchem sich die Samenanlagen entwickeln. Wird er von einem Fruchtblatt gebildet, dessen Seitenränder miteinander verwachsen, so bezeichnet man die Verwachsungsstelle als Bauchnaht, den Mittelnerv des Fruchtblattes als Rückennaht. Besteht der Fruchtknoten aus mehreren Fruchtblättern, so reichen die Seitenränder entweder bis zur Mittelachse oder nur mehr oder weniger weit in den Hohlraum hinein, oder die benachbarten Fruchtblätter verwachsen nur eben mit ihren Seitenrändern. Im ersteren Falle entsteht ein mehrfächeriger Fruchtknoten, Ovarium bi- oder pluriloculare, dessen Fächer durch echte Scheidewände oder Dissipimenta getrennt sind, im zweiten ein unvollständig gefächerter oder mehrkammeriger Fruchtknoten,

im letzten Falle ein einfächeriger Fruchtknoten, Ovarium uniloculare (Abb. 114, E—H). Als unechte oder falsche Scheidewände bezeichnet man Fächerungen des Fruchtknotenhohlraumes, die nicht von den Fruchtblättern, sondern von Gewebewucherungen

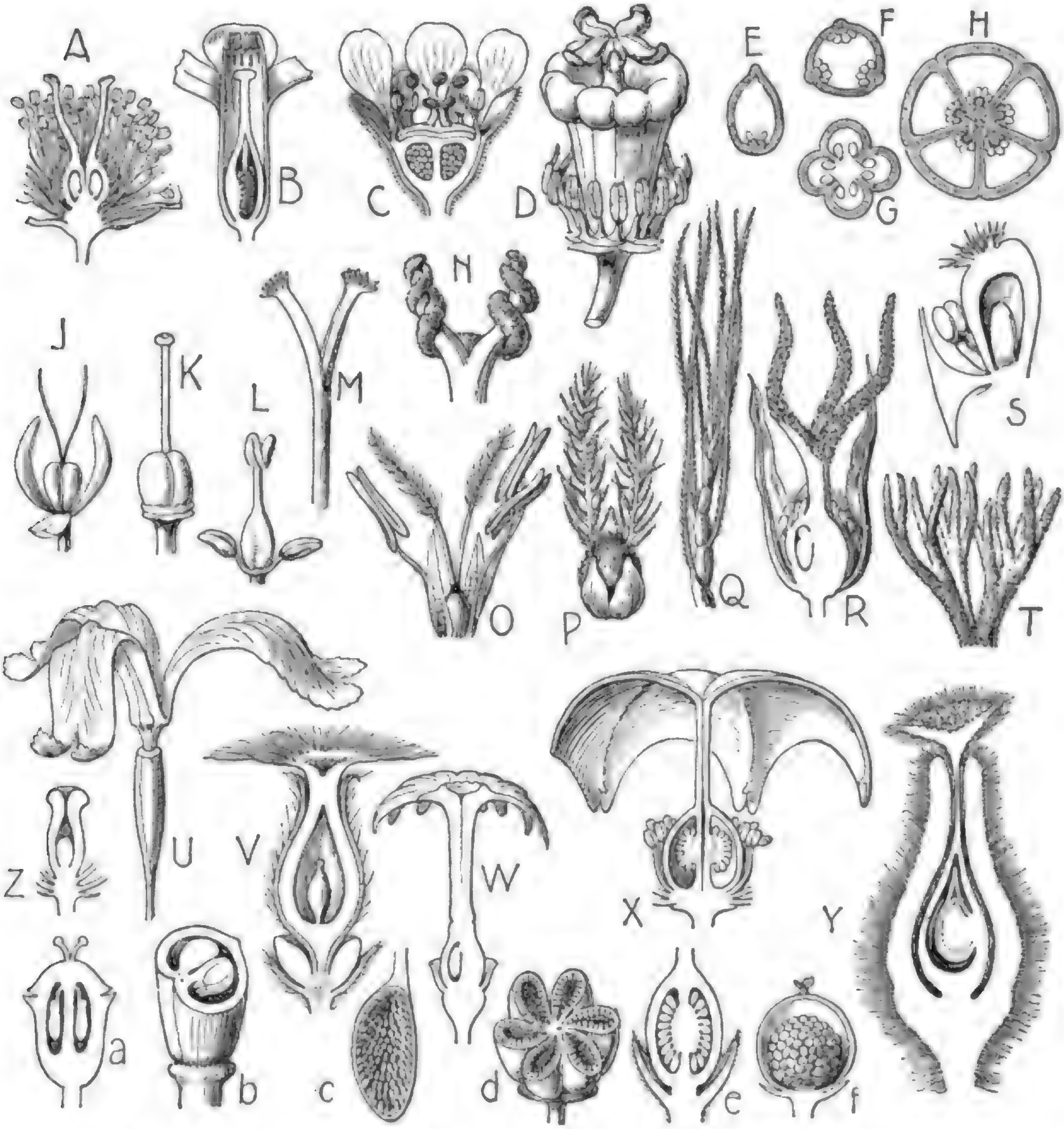


Abb. 114: Verschiedene Formen des Gynözeums (Fruchtknoten und Griffel).

A) Apokarpes Gynözeum von Curatella; B) monokarpes Gynözeum von Samyda; C) bikarpes Gynözeum von Saxifraga; D) synkarpes Gynözeum von Darlingtonia; E) Querdurchschnitt durch ein monomeres einfächeriges Gynözeum; F) Querdurchschnitt durch ein polymeres einfächeriges Gynözeum; G) Querdurchschnitt durch ein polymeres mehrkammeriges Gynözeum; H) Querdurchschnitt durch ein polymeres mehrfächeriges Gynözeum; J) zweigriffeliges Gynözeum von Callitriche; K) eingriffeliges einnarbiges Gynözeum von Nicotiana; L) eingriffeliges zweinarbiges Gynözeum von Fraxinus; M) zweischenkeliger Griffel von Achillea; N) zweischenkeliger spiralnarbiger Griffel von Begonia; O) Griffel mit fadenförmigen Narben von Phalaris; P) Griffel mit sprengwedelförmigen Narben von Triticum; Q) fadenförmige, gänzlich mit Narben bedeckte Griffel von Euchlaena; R) Griffel mit drei Narbenschenkeln von Ricinus; S) pinselförmige Narben von Peperomia; T) geweihartig verzweigte Narben von Begonia; U) blattartig verbreiterte Griffel von Iris; V) federkronenartig ausgebreitete Narben von Villebrunea; W) Griffel mit sternförmig ausgebreitetem oberen Teil von Hura; X) Griffel mit schirmförmig ausgebreitetem oberen Teil von Sarracenia; Y) Griffel mit scheibenförmig ausgebreiteter Narbenfläche von Pourouma; Z) Gynözeum mit aufrechter Samenanlage von Berberis; a) Gynözeum mit hängenden Samenanlagen von Conium; b) Gynözeum mit horizontal stehenden Samenanlagen von Delphinium; c) und d) Gynözeum mit die Innenfläche bedeckenden Samenanlagen von Butomus: c) im Längsschnitt, d) im Querschnitt; e) Gynözeum mit an der Mittelsäule stehenden Samenanlagen von Strychnos im Längsschnitt; f) Gynözeum mit die freie Mittelsäule rings bedeckenden Samenanlagen von Utricularia.

gebildet werden. Der Fruchtknoten ist halbkugelig, eiförmig oder länglich, kahl, warzig, mit Drüsen oder Haaren, Borsten oder Stacheln bedeckt, kantig, lappig oder geflügelt.

Der Griffel oder Stylus entspringt in den meisten Fällen der Spitze des Fruchtknotens, zuweilen aber auch tiefer an der Bauchnaht der Fruchtblätter oder bei den zusammengesetzten Pistillen in einer Einsenkung zwischen den Fächern. Er ist meist säulen- oder fadenförmig, zuweilen aber dick, gekrümmt oder gebogen, sogar spiralig, häufig zwei- bis vielspaltig (Abb. 114, J—T). Oft haben die zusammengesetzten Pistille auch zahlreiche Griffel, gewöhnlich ebenso viele, wie die Zahl der das Pistill zusammensetzenden Fruchtblätter beträgt. Im Inneren enthält der Griffel den sogenannten Griffelkanal, der die Verbindung der Narbe mit dem Fruchtknoten herstellt.

Die entweder dem Fruchtknoten unmittelbar aufsitzende oder den Griffel beendende Narbe oder Stigma ist sehr mannigfaltig gestaltet, einfach, gelappt, ein- oder mehrmal gespalten und dann in Narbenschenkel geteilt, kopfförmig oder capitat bis fadenförmig oder filiform, gerade, gebogen, gewunden, sogar spiralig, blattartig, stern- oder schirmförmig verbreitert, rachenförmig, krugförmig usw. (Abb. 114, J—Y). Sie ist mit Narbenpapillen oder -haaren bedeckt; sind diese lang, so hat die Narbe je nach der Anordnung der Haare pinsel- oder federförmige Gestalt (Abb. 114, O—S). Gewöhnlich sind die Papillen kleberig; sie dienen zum Aufsaugen der Pollenkörner, die hier keimen und ihren Pollenschlauch durch den Griffelkanal in den Hohlraum des Fruchtknotens hinabsenden.

Die meisten bisher besprochenen Unterschiede der Angiospermenblüten gegenüber denen der tieferstehenden Abteilungen finden ihre Erklärung in der Anpassung dieser Blüten an Bestäubung durch Insekten und andere Tiere. Die Windblütler bedürfen zur Sicherung der Befruchtung einer bedeutenden Pollenmenge und auch großer Anhäufungen von Individuen der gleichen Art; zerstreutes Wachstum kann der Existenz der Windblütler sehr leicht gefährlich werden. Wir sind daher zu der Annahme gezwungen, daß die Vegetation in den Zeiten des Vorherrschens der aus Windblütlern bestehenden Gymnospermen nicht allzu mannigfaltig gewesen sein kann. Auch die fossilen Reste sind in ihrer häufigen Wiederholung der gleichen und oft jetzt noch vorhandenen Gattungen dieser Auffassung günstig. Als die Pflanzen zur Insektenbestäubung fortgeschritten waren, konnten sie eine weit größere Differenzierung eingehen, immer begleitet von dem entsprechenden Fortschritt in der Entwickelung der die Bestäubung übertragenden Tiere. So gelangten sie zu immer mannigfaltigeren Blütenformen und zu immer reichhaltigeren Anpassungen in bezug auf die Blütenhülle, das Andrözëum sowie den Griffel und die Narbe. Die Erforschung dieser Beziehungen, die einen großen Teil der sogenannten Blütenbiologie ausmacht, hat auch der Systematik manche Begriffe zugeführt, die einer kurzen Erläuterung bedürfen.

Obgleich gerade bei den Angiospermen die Doppelgeschlechtigkeit der Blüten vorherrscht, wird eine Selbstbestäubung oder Autogamie der Blüten im allgemeinen doch durch allerhand organisatorische Einrichtungen verhindert. Wo sie vorkommt, führt sie dennoch häufig nicht zur Selbstbefruchtung oder Autokarpie.

Ein sehr wesentliches Hinderungsmittel der Selbstbestäubung ist die Dichogamie, d. h. die überaus häufige Erscheinung, daß die männlichen und weiblichen Organe der gleichen Blüte zu verschiedenen Zeiten zeugungsfähig werden. Die umgekehrte Erscheinung, die Homogamie, ist verhältnismäßig selten. Öffnen sich die Antheren, bevor die Narben empfängnisfähig sind, so bezeichnet man die Blüten als proterandrisch oder androgyn, im umgekehrten Falle als proterogyn oder gynandrisch.

Ein zweites Mittel, die Selbstbefruchtung zu erschweren, besteht in der sogenannten Heterostylie, d. h. darin, daß ein Teil der Blüten lange Staubgefäße und kurze Griffel, der andere die entgegengesetzten Verhältnisse aufweist. Da die Insekten nun die verschiedenen Blüten gewöhnlich in gleicher Lage besuchen, so werden sie den Pollen der Blüten mit langen Staubgefäßen auf solchen mit langen Griffeln eher abstreifen können als auf solchen, die wie die gebaut sind, denen sie den Pollen entnehmen. Ja sogar drei verschiedene Griffellängen finden sich bei manchen Pflanzen, wo die Staubgefäße in zwei Kreisen angeordnet sind. Man unterscheidet demnach Heterodistylie und Heterotristylie.

Auch die räumliche Trennung der männlichen und der weiblichen Geschlechtsorgane, die sogenannte Herkogamie, verhindert zuweilen die Selbstbestäubung, die durch eigenartige Absperrungsmaßregeln oft noch besonders erschwert wird. Sie ist in hervorragendem Maße z. B. bei den Orchideen, den Arazeen, den Asklepiadazeen, bei Iris, Aristolochia usw. ausgebildet, wo teils mechanische Hindernisse Andrözëum und Gynözëum voneinander scheiden, teils komplizierte Einrichtungen die Selbstbefruchtung unmöglich machen.

Mit dem Namen Kleistogamie bezeichnet man die häufige Erscheinung, daß die Blüten stets geschlossen bleiben, so daß also, wenn sie doch Samen ansetzen, Selbstbestäubung eingetreten sein muß. Während man solche Blüten kleistogam nennt, heißen die sich öffnenden Blüten chasmogam. Nicht selten finden sich auf derselben Pflanze beide Arten von Blüten.

Wir haben also gesehen, daß fast alle Angiospermen, wie übrigens auch schon die durchweg diklinen Gymnospermen, auf Befruchtung durch Pollen von anderen Blüten, also auf sogenannte Fremdbestäubung, angewiesen sind.

Je nach den Bestäubungsvermittlern unterscheidet man Tierblütler oder Zoïdiophilae, Windblütler oder Anemophilae und die verhältnismäßig seltenen Wasserblütler oder Hydrophilae. Erstere zerfallen in Insektenblütler oder Entomophilae, Vogelblütler oder Ornithophilae und Schneckenblütler oder Malacophilae. Schneckenblütler sind nur in geringer Anzahl bekannt; von einheimischen Pflanzen rechnet man die Arazee Calla palustris zu ihnen. Vogelblütler kommen in den Tropen häufig vor, fehlen aber auch in der gemäßigten Zone, besonders in der südlichen, nicht ganz; sie werden von Kolibris und Honigvögeln bestäubt und zeichnen sich durch stark leuchtende Farben, Größe der Blüten und oft auch durch Wohlgeruch aus. Die Insektenblütler sind ganz außerordentlich zahlreich, und von ihnen werden die meisten durch Hymenopteren, namentlich Bienen und Hummeln, ziemlich viele auch durch Lepidopteren (Schmetterlinge) sowie durch Dipteren (Fliegen usw.) befruchtet, während die von Käfern bestäubten Blüten weniger zahlreich sind. Den Windblütlern sind vor allem Blüten mit gering entwickelter Blütenhülle zuzuzählen, so unter den Monokotyledonen besonders die Gräser, unter den Dikotyledonen in erster Linie die Kätzchenträger der Reihen der Salicales und der Fagales, wie z. B. Weiden, Birken, Pappeln, Erlen, Haselnüsse und Eichen. Zu den Wasserblütlern gehört Ceratophyllum, dessen Bestäubung unter Wasser, und Vallisneria, deren Bestäubung auf dem Wasser stattfindet; auch Befruchtung durch Tautropfen ist bei manchen Pflanzen festgestellt worden.

Die Samenanlagen oder Ovula sitzen bei den Angiospermen meist an den Rändern der einzelnen Fruchtblätter, zuweilen stehen sie auch am Grunde des Fruchtknotens, oder sie hängen von der Spitze herab. Verwachsen die Ränder der gleichen oder der benachbarten Fruchtblätter miteinander, so sitzen die Samenanlagen gewöhnlich in zwei Reihen an diesen Rändern. Oft trägt jeder Rand nur eine, oder auch beide zusammengewachsene Ränder tragen eine einzige Samenanlage. Sind diese Ränder angeschwollen, so nennt man

sie Samenleisten oder Plazenten; ihre Stellung ist je nach dem Bau des Fruchtknotens wandständig (Placenta parietalis) oder achsenständig (Placenta axilis). Zuweilen sitzen die Samenanlagen auch auf der Mitte der Innenfläche jedes Fruchtblattes, bei Butomus bedecken sie sogar die Innenflächen ganz (Abb. 114, c und d). Viel häufiger noch sitzen sie am Grunde der Fruchtknotenhöhle oder an einer von hier aufragenden freien Mittelsäule oder Zentralplazenta, deren Beziehung zu den einzelnen Fruchtblättern nicht erkennbar ist (Abb. 114, e und f). Die Samenanlagen selbst sind schon in der Einleitung zu den Samenpflanzen (S. 311) genügend besprochen worden.

Die Früchte verdienen wegen ihrer mannigfachen Form noch eine kurze Besprechung. Aus einer Blüte mit einem Fruchtknoten entwickelt sich eine Frucht im eigentlichen Sinne

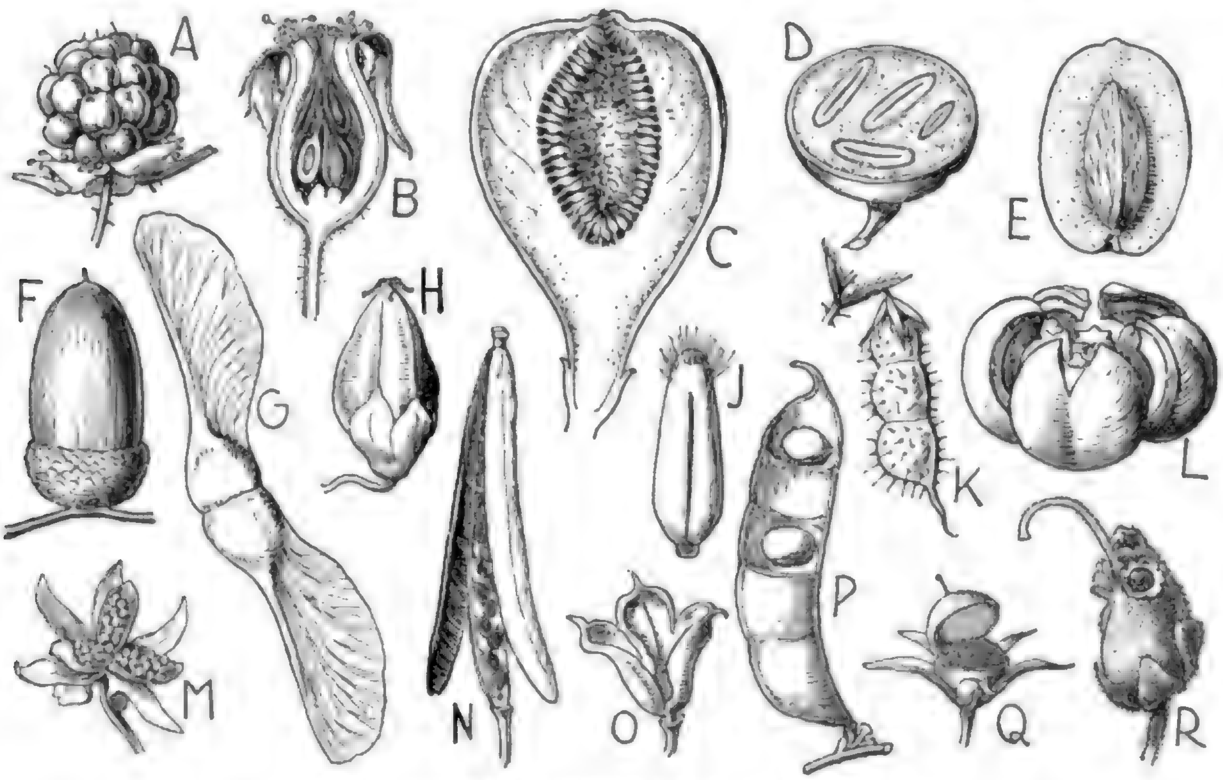


Abb. 115: Verschiedene Formen der Früchte.

A) Sammelfrucht von Rubus; B) Scheinfrucht von Rosa; C) Scheinfrucht von Ficus carica; D) Beerenfrucht von Strychnos; E) Steinfrucht von Olea; F) Nuß (Eichel) von Quercus; G) Flügelfrucht von Acer; H) Achäna von Fagopyrum; J) Karyopse von Triticum; K) Bruchfrucht von Aeschynomene; L) Spaltfrucht von Euphorbia; M) Kapselfrucht von Viola; N) Schotenfrucht von Cheiranthus; O) Balgfrucht von Aconitum; P) Hülsenfrucht von Dolichos; Q) Deckelfrucht von Anagallis; R) Porenfrucht von Antirrhinum.

des Wortes, aus einer solchen mit mehreren Fruchtknoten eine sogenannte Sammelfrucht oder Syncarpium (Abb. 115, A). Unter Scheinfrucht versteht man eine Frucht, an deren Bildung auch nicht zum Gynözëum gehörige Teile der Blüte oder der Tragachse teilnehmen (Abb. 115, B und C). Besonders ist es die Blütenachse, die hierbei fleischig wird, z. B. bei dem Apfel, der Erdbeere, der Hagebutte. Bei der Feige wird der ganze Blütenstand fleischig, bei dem Kaschubaum (Anacardium occidentale) der Blütenstiel. Abgesehen von der Scheinfrucht besteht jede Frucht nur aus den Samen (Semina) und der Fruchtschale oder dem Pericarpium; erstere, die schon in der Einleitung zu den Samenpflanzen (S. 313 f.) besprochen wurden, gehen aus den Samenanlagen hervor, letztere aus der Wandung des Fruchtknotens entweder allein oder in Verbindung mit der Blütenachse und zuweilen auch der Blütenhülle. Die Fruchtschale setzt sich gewöhnlich aus drei Gewebsschichten zusammen, deren äußere Epicarpium, deren mittlere Mesocarpium, deren innere Endocarpium genannt wird.

Je nach der Beschaffenheit der Fruchtschale unterscheidet man Trockenfrüchte, Steinfrüchte oder Drupae und Beerenfrüchte oder Baccae (Abb. 115, D und E). Bei den Beerenfrüchten ist die Fruchtschale fleischig oder saftig, bei den Steinfrüchten ist die Innenschicht, das Endokarp, hart oder holzig und wird Steinkern oder Putamen genannt, bei den Trockenfrüchten ist die ganze Schale holzig, lederig oder wenigstens trockenhäutig. Auch die fleischigen Scheinfrüchte, wie die Erdbeere und der Apfel, werden zu den Beerenfrüchten gerechnet, und unter den Steinfrüchten gibt es solche, die mehrere oder mehrfächerige Steinkerne enthalten. Sehr mannigfaltig sind die Trockenfrüchte; man kann sie in Schließfrüchte und sich öffnende Früchte einteilen. Bei den ersteren unterscheidet man Nüsse, zu denen auch die Flügelfrucht oder Samara sowie die Caryopsis genannte Grasfrucht mit ihrer der Samenschale angewachsenen Fruchtschale gehört, und Achänen (Achenium), an deren Fruchtschale auch die Blütenachse Anteil hat, die also zu den Scheinfrüchten zu rechnen sind (Abb. 115, F—J). Zu den sich öffnenden Früchten gehören die Bruchfrüchte, die sich unregelmäßig öffnen oder in Glieder zerfallen, ferner die Spaltfrüchte, die sich in eine Anzahl von ihrerseits die Samen umschließenden Teilen lösen, und schließlich die Springfrüchte, die sich mit einem Mechanismus öffnen (Abb. 115, K und L). Letztere kommen neben den Beerenfrüchten am häufigsten vor, lassen sich aber je nach der Art des Mechanismus in verschiedene Unterabteilungen einordnen. Am gewöhnlichsten ist die Kapselfrucht, die sich im Reifestadium durch Längsrisse öffnet, wobei es nicht nötig ist, daß die Frucht völlig in einzelne Teile zerfällt (Abb. 115, M). Springt sie dort auf, wo die einzelnen Fruchtblätter sich berühren, so nennt man sie wandspaltig oder septicid, während sie fachspaltig oder loculicid genannt wird, wenn die einzelnen Fruchtblätter auf dem Rücken aufreißen. Zuweilen springen die Kapselfrüchte zwar an den Berührungsstellen der Fruchtblätter auf, doch so, daß die inneren Scheidewände der Kapsel sich dabei nicht in zwei Hälften trennen, sondern ganz bleiben: diese Früchte sind wandbrüchig oder septifrag. Hierzu gehört auch die bei den Kreuzblütlern so häufige Schotenfrucht oder Siliqua, eine zweifächerige Kapsel, deren zwei Seitenhälften sich bei der Reife von der stehenbleibenden Scheidewand lösen (Abb. 115, N). Eine einfächerige Kapselfrucht, die an der Bauchnaht aufspringt, wird Balgfrucht oder Folliculus genannt (Abb. 115, O); die Hülsenfrucht oder Legumen der meisten Schmetterlingsblütler ist eine sowohl an der Bauchnaht als an der Rückennaht aufspringende Balgfrucht (Abb. 115, P). Viel seltener sind die Springfrüchte, die nicht durch Risse aufspringen, und zwar kann man bei ihnen Deckelfrüchte oder Pyxidiae und Porenfrüchte unterscheiden (Abb. 115, Q und R); bei ersteren löst sich ein Teil der Fruchtwand deckelförmig ab, bei letzteren öffnet sich die Frucht durch kleine Löcher.

Die Früchte tragen häufig allerhand Anhangsorgane, die nur zum Teil schon im Fruchtknoten angedeutet sind: Haare, Borsten, Stacheln, Häkchen, Drüsen, Gummi abscheidende Leisten, Flügel, Federkronen, die zur Beförderung teils durch behaarte oder befiederte Tiere, teils durch den Wind nützlich sind. Manche Früchte sind durch allerhand Schwimmapparate, die meist in großen Luftlücken bestehen, der Beförderung durch Wasser angepaßt. Oft nehmen auch Blumen- und Kelchblätter, ja sogar unterhalb der Blüte stehende Hochblätter an der Fruchtbildung teil, besonders bei der Entwickelung von Flugapparaten, Fallschirmen usw.

Wie die mit dem Geschlechtsleben in Zusammenhang stehenden Organe, so zeigen auch die vegetativen Organe der Angiospermen größere Mannigfaltigkeit und fortgeschrittenere Differenzierung als die Gymnospermen.

In der Vegetationsspitze der Angiospermen lassen sich Scheitelzellen nicht mehr erkennen. Im allgemeinen zeigen sie eine typisch monopodiale Verzweigung: von einer Hauptachse entspringen, und zwar meist in den Achseln der Blätter, Seitensprosse, die sich dann ihrerseits wieder in gleicher Weise verzweigen. Trotzdem wird bei vielen Dikotyledonen der Aufbau doch schließlich sympodial, indem Seitenzweige so stark gefördert werden, daß sie die Hauptachse zur Seite drücken und an ihre Stelle treten. Wenn die Verzweigung der Angiospermen auch im allgemeinen als reichlich anzusehen ist, so gelangen doch fast stets nur verhältnismäßig wenige der angelegten Achselknospen zur Entfaltung. In manchen Familien, z. B. bei den Palmen, gehört die Verzweigung im normalen Zustand sogar zur Ausnahme. Soweit die Knospen nicht zur Entfaltung kommen, spricht man von schlafenden Augen; diese können sich unter günstigen Umständen nachträglich noch entfalten. In anderen Fällen wieder werden neben- oder übereinander mehrere Knospen in jeder Achsel angelegt, von denen man die seitlichen oder höher stehenden als akzessorische oder Beiknospen bezeichnet. Außerdem gibt es Knospen, die nicht in Blattachseln entspringen, sogenannte extraaxilläre Knospen. Mit dem Namen Adventivsprosse bezeichnet man unregelmäßig auftretende Sprosse, die an beliebigen Stellen ihren Ursprung nehmen. Sie entwickeln sich in manchen Fällen aus Brutknospen, die an Blättern entstehen, z. B. an abgeschnittenen und in Erde gesteckten Hyazinthenblättern, in den Einkerbungen der Blattränder der Krassulazee Bryophyllum calycinum, aus den Bulbillen von Dentaria. Auch an abgeschnittenen und auf der Erde befestigten Begonienblättern entstehen Adventivsprosse; ebenso können sie sich an den Wurzeln bilden, so z. B. bei Kirsch- und Apfelbäumen, Zitterpappeln, der Felddistel und dem gemeinen Leinkraut.

Während unter den Gymnospermen Pflanzen mit nicht verholzten Hauptachsen nur bei den Zykadazeen vorkommen, finden sie sich unter den Angiospermen überaus häufig; namentlich in den feuchten Gegenden der gemäßigten Zone, aber auch als untere Vegetationsschicht im tropischen Regenwalde sind solche einjährige oder zweijährige Kräuter oder mehrjährige Stauden in großen Mengen vorhanden. In trockeneren Gebieten herrschen dagegen die Halbsträucher und die Sträucher mit verholzten Hauptachsen vor, die durch die Ausbildung der Hauptachse zum Stamm ausgezeichneten Bäume treten dagegen in feuchten und mittelfeuchten Gebieten aller Wärmezonen auf.

Der Bau des Gefäßbündelringes der jungen Triebe ist bei den Angiospermen viel komplizierter und mannigfaltiger als bei den Gymnospermen: während der normale Dikotyledonentypus dem Gymnospermentypus ähnlich ist, gibt es daneben noch anomale Dikotyledonentypen mit mark- oder rindenständigen Bündeln, ferner Wasserpflanzen mit axilem Bündelstrang sowie schließlich mehrere Monokotyledonentypen.

Auch das Dickenwachstum geht bei den Mono- und Dikotyledonen in verschiedener Weise vor sich. Das der letzteren beruht, wie bei den Gymnospermen, auf dem Vorhandensein eines Teilungsgewebes oder Kambiums, das nach außen wenig Rindenelemente, nach innen viele Holzelemente bildet, während die Monokotyledonen kein solches besitzen, auch selten ein Dickenwachstum zeigen und, wo es der Fall ist, fast immer nur ein nachträglich in der Rinde entstandenes Teilungsgewebe erkennen lassen. Hierdurch erinnern sie an Tumboa (Welwitschia) sowie an einige Dikotyledonen aus den Familien der Amarantazeen, Chenopodiazeen und Nyktaginazeen.

Selbst die Wurzelorgane der Angiospermen sind von großer Mannigfaltigkeit. Meist haben sie eine Haupt- oder Pfahlwurzel mit mehr oder minder starker Verzweigung

durch Neben- und Adventivwurzeln. Bei den Monokotyledonen stirbt diese in der Regel frühzeitig ab. Häufig entspringen auch Wurzeln aus den unteren Teilen des Stengels oder Stammes; sind sie stark, so sehen die Pflanzen oft aus, als ob sie auf Stelzen gingen, man bezeichnet ihre Wurzeln daher als Stelzenwurzeln. Andere Angiospermen zeichnen sich durch Luftwurzeln aus, die teils in den Rindenrissen und den Astwinkeln der Tragpflanzen ihre Nahrung suchen, teils senkrecht zum Erdboden herabstreben oder an dem Stamm der Tragpflanzen hinkriechen und ihn oft maschenbildend umziehen. Nur wenigen im Wasser oder saprophytisch (S. 412) lebenden Monokotyledonen fehlen die Wurzeln vollständig. Im letzteren Falle treten dafür die Rhizome als Absorptionsorgane in Tätigkeit. Auch das Gewebe der Wurzeln, das hier ebenso der Scheitelzelle entbehrt wie bei den oberirdischen Sprossen, ist komplizierter als bei den Gymnospermen und besteht meist aus doppelt so vielen Schichten, nämlich vier; gewöhnlich ist die Wurzelhaube sehr gut entwickelt.

Stellung, Form und Nervatur der Laubblätter sind gleichfalls überaus verschiedenartig. Die Blätter stehen entweder abwechselnd, sie sind dann wechselständig (folia alterna), oder sie sind wirtel- oder quirlständig (folia verticillata). Im letzten Falle ist die einfachste Stellung die der opponierten oder gegenständigen Blätter (folia opposita); stehen hierbei die nächsthöheren genau über den Lücken der vorhergehenden, so nennt man die Blätter dekussiert oder kreuzgegenständig (folia decussata). Die wechselständigen Blätter sind meist spiralig um den Stengel herum angeordnet; die Linie, die ihre Ansatzstellen verbindet, wird Grundspirale genannt, die Bogenstücke zwischen den einander folgenden Ansatzstellen heißen Divergenzen. Die Blätter sind entweder einfach oder zusammengesetzt; im letzteren Falle sitzen viele Blättchen oder Foliola an einer Blattspindel oder Rhachis, die zuweilen auch geflügelt ist. Während der Blattstiel eines einfachen Blattes oder der Hauptstiel eines zusammengesetzten Blattes als Petiolus bezeichnet wird, heißen die Blattstielchen der Blättchen des zusammengesetzten Blattes Petioluli. Die zusammengesetzten Blätter sind gewöhnlich gefiedert oder pinnat, und zwar paarig gefiedert (paripinnat) oder unpaarig gefiedert (imparipinnat), je nachdem auch die obersten Blättchen opponiert sind, oder ein einziges Blättchen das Blatt abschließt. Seltener sind sie handförmig (palmat), und zwar drei- bis vielzählig, oder sie sind fußförmig (pedat). Schließlich gibt es auch mehrfach zusammengesetzte Blätter. Die einfachen Blätter und ebenso die Blättchen werden nach der Form ihrer Spreite oder Lamina unterschieden: es gibt lineale, lanzettförmige, oblonge, eiförmige, rautenförmige, spatelförmige, nierenförmige, herzförmige, pfeilförmige, spießförmige, leierförmige Blätter. Je nach den Rändern sind sie gewimpert, gezähnt, gesägt, gekerbt, ausgeschweift, buchtig, schrotsägeförmig, ausgefressen, eingeschnitten, gezackt, fiederförmig, handförmig oder fußförmig geteilt. Je nach ihrer Dicke sind sie krautig, papierartig, pergamentartig, lederig, je nach ihrer Bekleidung kahl, behaart, stachelig, drüsig. Die behaarten Blätter können samthaarig, wollhaarig, zottig, kurzhaarig, rauhhaarig, sternhaarig usw. sein. Der Blattstiel ist häufig dem Stengel mittels einer Blattscheide oder Vagina angewachsen, die entweder geschlossen oder gespalten ist. Zuweilen verwachsen auch gegenständige Blätter an der Basis miteinander; diese nennt man perfoliat. Sitzt ein Blatt seinem Stiel nicht mit dem Rande, sondern mit der Spreite auf, so heißt das Blatt schildförmig oder skutat.

Äußerst häufig finden sich neben der Basis des Blattstieles blattartige Gebilde, die man als Nebenblätter oder Stipel (stipulae) bezeichnet; zuweilen sind sie dem Blattstiel angewachsen. Andere Anhänge findet man mitunter als Fortsetzung der Scheide über die Basis

der Spreite hinaus; einen solchen Anhang nennt man Blatthäutchen oder Ligula, wenn er einen häutigen Anhang darstellt, Blattstiefel bzw. Tute oder Ochrea, wenn er selbst scheidenförmig ist. Der Blattstiel ist oft geflügelt; tritt hierbei die Spreite ganz zurück, so entsteht ein sogenanntes Blattstielblatt oder Phyllodium. Zuweilen bildet der Blattstiel eine Ranke, oder das Blatt endet in einer Ranke, die auch ihrerseits gefiedert sein kann.

Die Nervatur oder Nervatio der Blätter ist bei den Angiospermen gleichfalls mannigfaltig. Man kann zwei Haupttypen unterscheiden. Bei dem einen laufen die den Nerven entsprechenden Gefäßbündel parallel und treten nicht miteinander in Verbindung. Dieser bei den Gymnospermen fast allein vorhandene Typus findet sich unter den Angiospermen nur bei einigen rudimentär gewordenen Blättern sowie bei einigen Wasserpflanzen. Der andere Typus, bei dem sich die Nerven verbinden bzw. durch Verbindungsstränge oder Anastomosen miteinander in Berührung kommen, herrscht allgemein vor. Man kann bei ihm streifigaderige oder bogennervige und netzaderige oder winkelnervige Blätter unterscheiden. Erstere, die hauptsächlich bei den Monokotyledonen vorkommen, haben viele fast parallele, aber schließlich zusammenfließende Adern mit sehr feinen Anastomosen zwischen ihnen; längsstreifig heißen sie, wenn sie von der Basis, fiederstreifig dagegen, wenn sie von einer Mittelrippe dem Seitenrande zustreben. Netzaderige Blätter haben fast alle Dikotyledonen; sie sind teils fiedernervig mit entwickelter Mittelrippe, teils hand- oder schildförmig genervt, und zwar gehen dann von der Ansatzstelle des Stieles drei bis viele Nerven aus, die sich häufig gabeln oder eine Strecke weit zusammenlaufen.

Neben den gewöhnlichen Blättern unterscheidet man noch Nieder- und Hochblätter, d. h. einfacher gebaute oder unvollständig entwickelte Blätter, die unter- oder oberhalb der eigentlichen Laubblätter entstehen, oft wenig oder gar kein Chlorophyll führen und nicht selten schuppenartigen Charakter haben. Sie dienen gewöhnlich nicht der Assimilation, sondern dem Schutz der Knospen und der wachsenden Organe. Besonders in trockenen Gebieten verkümmern diese Blätter zuweilen bis zu schuppenartigen Gebilden, oder sie entwickeln sich überhaupt nicht weiter. Häufig tritt dies nur an besonderen Zweigen ein, die dann nicht selten den Charakter von Dornen oder Spinae annehmen.

Die Lebensweise der Angiospermen ist viel abwechselungsreicher als die der Gymnospermen. Neben den aufrechten Pflanzen, die bei den Gymnospermen fast ausschließlich vorkommen, finden sich hier viele niederliegende oder kriechende, oft mit Ausläufern versehene Pflanzen. Vermittels unterirdischer Stengel oder Rhizome kriechende Pflanzen sind besonders bei den Monokotyledonen überaus häufig. Sehr reich sind die Kletterpflanzen entwickelt, die, wenn sie holzige Stämme haben, auch Lianen genannt werden. Es gibt rechts oder links, nur in ganz wenigen Fällen nach beiden Seiten schlingende Gewächse, sogenannte Schlingpflanzen, ferner Ranken der verschiedensten Art tragende Pflanzen, sogenannte Rankengewächse. Dazu kommen noch Spreizklimmer und schließlich Wurzelkletterer; neben ihren sonstigen Anpassungen zeichnen sie sich meist durch weiches, von großen Gefäßen durchzogenes Holz von anormaler Struktur aus. Überaus zahlreich sind auch die Überpflanzen oder Epiphyten, die auf den Zweigen anderer Pflanzen wachsen und eine Menge interessanter Anpassungen, vor allem Schutzmaßregeln gegen Verdunstung, aufweisen.

Ziemlich häufig, namentlich unter den Monokotyledonen, sind auch Wasserpflanzen, deren Lebensweise gleichfalls eine Menge besonderer Anpassungen der Stengel- sowie der Blatt- und Wurzelorgane bedingt.

Am durchgreifendsten sind aber die Veränderungen bei den Schmarotzergewächsen, den Parasiten, weniger bei den Halbparasiten, die noch Chlorophyll entwickeln und die Kohlensäure der Luft assimilieren, als bei den Ganzparasiten, die in jeder Beziehung auf ihre Nährpflanze angewiesen sind und daher gar keine Ursache haben, besonders komplizierte Achsenorgane, geschweige denn Blätter und normale Wurzeln zu bilden. Zur Aufnahme der Nahrung aus anderen Pflanzen dienen ihnen besondere Organe, die sogenannten Haustorien. Auch die von modernden Stoffen lebenden Saprophyten zeigen schon häufig starke Reduktionserscheinungen in ihrem vegetativen Aufbau, und gewöhnlich verkümmern bei ihnen die Blätter, während die Wurzeln eigenartige Umgestaltungen erfahren.

Man pflegt die Angiospermen in zwei große Klassen einzuteilen, die man nach der Anzahl der Keimblätter als Monokotyledonen oder Einblattkeimer und Dikotyledonen oder Zweiblattkeimer bezeichnet, je nachdem ihre Samen ein oder zwei Keimblätter aufweisen. Bei den Dikotyledonen gelangen die Keimblätter meist bei der Keimung zur Entfaltung und ergrünen dabei, bei den Monokotyledonen bleibt das in Einzahl vorhandene scheidenförmige Keimblatt gewöhnlich, wenigstens mit seiner Spitze, im Samen stecken, um die Nährstoffe des Endosperms dem Keimling zuzuführen, während es mit seiner Scheide den seitlich gelegenen Vegetationspunkt des Pflänzchens beim Keimen noch lange umhüllt.

Wie bei den meisten Unterscheidungsmerkmalen im Pflanzenreich gibt es freilich auch hier Ausnahmen. So haben von bekannteren einheimischen Dikotyledonen z. B. das Alpenveilchen, der Lärchensporn und das Scharbockskraut nur ein Keimblatt, aber bei genauer Prüfung stellt sich doch heraus, daß ein zweites wenigstens der Anlage nach vorhanden ist, wenn es auch nicht zu weiterer Entwickelung gelangt.

Mehr als zwei Keimblätter, wie wir das bei den Gymnospermen so häufig finden, kommen bei den Angiospermen nicht vor, und wo anscheinend mehr vorhanden sind, wie z. B. bei manchen Kolanüssen, handelt es sich in Wirklichkeit nur um eine Zerspaltung der zwei Keimblätter, nicht um die Ausbildung einer größeren Anzahl.

Ein zweites und wohl noch wichtigeres Unterscheidungsmerkmal für Mono- und Dikotyledonen ist die Anordnung der Gefäßbündel sowie der sie zusammensetzenden Zellkategorien. Während die Gefäßbündel bei den Monokotyledonen in Stengeln und Wurzeln zerstreut stehen und in sich geschlossen sind, sich auch durch einen gebogenen Verlauf auszeichnen, sind sie bei den Dikotyledonen mit wenigen Ausnahmen ringförmig angeordnet und durchziehen das Grundgewebe, bis sie in die Blätter ausbiegen, als parallele Stränge, in gleichem Abstande voneinander und von der Zentralachse. In allen den Fällen, wo ein Dickenwachstum stattfindet, und das ist bei den Dikotyledonen die Mehrzahl, wird das Grundgewebe, soweit es die Gefäßbündel innerhalb der Peripherie des Ringes trennt, durch ein teilungsfähiges, dünnwandiges Gewebe verbunden, das auch durch die einzelnen Gefäßbündel hindurchgeht und sie in zwei Teile zerlegt, den äußeren oder Rindenteil und den inneren oder Holzteil. Dieses teilungsfähige, wie wir S. 409 sahen, Kambium genannte Gewebe stellt den Verdickungsring dar, auf dem das Dickenwachstum der Dikotyledonen beruht. Da es immer weit mehr Holzteile nach innen als Rindenteile nach außen bildet, so liegt es in älteren Zweigen, Stämmen und Wurzeln immer der Oberfläche viel näher als dem Zentrum. Der Kambiumring besteht, solange er durch Zellteilungen neues Gewebe erzeugt, aus unverholzten Zellen, daher läßt sich auch bei den Dikotyledonen die Rinde meist unschwer von dem Holzteil ablösen. Da die Gefäßbündel mit dem umliegenden Gewebe durch das Kambium in Verbindung stehen, so bezeichnet man sie im Gegensatz zu den geschlossenen Gefäßbündeln der Monokotyledonen

als offen. Freilich gibt es unter den Dikotyledonen eine Anzahl von Familien, bei denen neben den normalen offenen Gefäßbündeln im Mark oder in der Rinde noch besondere geschlossene Gefäßbündel vorkommen; doch unterscheiden sich diese schon durch ihren senkrechten Verlauf von den gebogenen Gefäßbündeln der Monokotyledonen. Bei den Monokotyledonen ist ein sekundäres Dickenwachstum verhältnismäßig selten, und wo es sich findet, geht es nicht von den primären Gefäßbündeln aus, sondern stellt eine Neubildung von Gefäßbündeln dar, und zwar innerhalb des sich gleichzeitig weiter teilenden Zwischengewebes.

Auch die Blattnervatur ist im allgemeinen bei Mono- und Dikotyledonen sehr verschieden, wenngleich keines der einzelnen Merkmale für alle Fälle gültig ist. Charakteristisch für die Dikotyledonen ist die Mannigfaltigkeit der Form der Blätter, besonders das seltene Auftreten lineal gestalteter Blattspreiten, sodann die häufig vorkommende Zähnelung der Blattränder sowie die netzförmige Anordnung der sogenannten Adern, d. h. der Verzweigungen der Gefäßbündel innerhalb der Blattspreite. Von Bedeutung ist auch das meist recht starke Hervortreten einer Mittelrippe oder Costa, die reichlich mit Gefäßbündeln versehen ist und das Blatt im wesentlichen zu ernähren bzw. mit Wasser zu versehen, ihm aber auch durch ihre mechanischen Gewebsteile den nötigen Halt zu geben hat. Gewöhnlich laufen von dieser Mittelrippe nach rechts und links mehr oder weniger parallele Seitennerven oder Venae, die sich dann am Blattrande meist bogig verbinden. Für manche Familien, wie z. B. die Myrtengewächse, ist es charakteristisch, daß die Seitennerven durch einen nahe dem Blattrande parallel mit diesem verlaufenden Randnerv verbunden sind. Indessen sind, wie gesagt, alle diese Merkmale keine durchgreifenden Unterschiede. So zeichnen sich unter den Monokotyledonen die Musazeen und Zingiberazeen durch sehr starke Rippen und deutliche Randnerven aus, netzförmige Aderung zeigt außerordentlich deutlich Aponogeton fenestratum, ferner die Familie der Yamspflanzen, Zähnelung findet sich bei Najas, lineale Blattform mit parallelen Nerven kommt auch unter den Dikotyledonen vor, besonders ausgebildet z. B. bei Eryngium-Arten. Auch die handförmigen oder gelappten Blätter vieler Dikotyledonen haben ihr Gegenstück unter den Monokotyledonen bei den Takkazeen und Fächerpalmen. Trotzdem wird man bei einiger Übung in den meisten Fällen, auch ohne erst die Gefäßbündel zu Rate zu ziehen, nicht im Zweifel sein, ob man einen Ein- oder Zweiblattkeimer vor sich hat.

Bezüglich der Blüte gibt es zwar gleichfalls Unterschiede, doch sind auch sie nicht durchgreifend. Während in den einzelnen Blütenkreisen der Monokotyledonen die Dreizahl vorherrscht, überwiegt bei den Dikotyledonen die Fünfzahl bei weitem. Besonders die eigentliche Blütenhülle besteht hier meist aus fünf Blättchen, und selbst wenn sie zusammengewachsen sind, ist die Fünfzahl an den Zipfeln gewöhnlich noch deutlich erkennbar.

Der genetische Zusammenhang der Mono- mit den Dikotyledonen liegt noch ziemlich im dunkeln. Während man früher annahm, daß erstere eine ursprünglichere Form der Angiospermen darstellen, ist man jetzt davon zurückgekommen und betrachtet sie als eine Seitenlinie bzw. als eine besondere Entwickelungsrichtung einer der primitiveren Reihen der Dikotyledonen.

Aus der Paläontologie lassen sich insofern keine Schlüsse auf das Alter dieser beiden Abteilungen ziehen, als beide bis in die untere Kreide hineinreichen, wo man vor allem ziemlich sichere Vertreter der Palmen gefunden zu haben glaubt, während die in der Kreide gefundenen Blätter der Dikotyledonen sich nicht so sicher bestimmen lassen. Man meint Kätzchenträger, aber auch Platanen und sogar Eucalyptus in ihnen erkannt zu haben. Auch im älteren Tertiär treten die beiden Abteilungen gemischt und ungefähr im gleichen Verhältnis auf wie jetzt.

Wenn die Hypothese, daß sich die Monokotyledonen aus den Dikotyledonen entwickelt haben, richtig ist, so muß dies demnach in sehr früherer Zeit geschehen sein; denn es ist wegen der zahlreichen den Einblattkeimern eigentümlichen Merkmale nicht anzunehmen, daß sie zu verschiedenen Zeiten bzw. an verschiedenen Stellen den Dikotyledonen entsprossen sind. Daher wird es auch schwer, wenn nicht unmöglich sein, zu einer Einigung darüber zu gelangen, wo der Anknüpfungspunkt der Monokotyledonen an die Dikotyledonen zu suchen ist. Immerhin hat die Auffassung mancherlei für sich, daß sich die Helobieae, eine primitive Unterabteilung der Monokotyledonen, von den Ranales, einer primitiven Unterabteilung der Dikotyledonen, abgezweigt haben.

Die ganze Frage ist viel zu wenig geklärt, um auf diese Annahme hin schon die Monokotyledonen unter die Dikotyledonen einzureihen, zumal sie bei ihrer ausgesprochenen Eigenart sich dort wie ein Fremdkörper ausnehmen würden. Man pflegt daher die Monokotyledonen entweder vor den Dikotyledonen zu besprechen oder, wie es neuerdings geschieht, hinter ihnen. Ersteres tut man wegen des oft recht einfachen Baues und der geringen Differenzierung der niedrigeren Familien der Monokotyledonen; aber diese Eigentümlichkeiten vermag man großenteils auf Reduktionserscheinungen infolge biologischer Anpassungen zurückzuführen, während viele der geringdifferenzierten Formen der Dikotyledonen Überbleibsel ursprünglicher Entwickelung zu sein scheinen. Anderseits zeigen die fortgeschrittenen Familien der Monokotyledonen eine solche Differenzierung, wie sie kaum von den höchststehenden Familien der Dikotyledonen erreicht wird, so daß es das richtigste zu sein scheint, denen zu folgen, welche die Monokotyledonen an das Ende des Systems stellen.

Klasse 1:

Dicotyledonae oder Zweiblattkeimer.

Die Dikotyledonen, deren Unterschiede von den Monokotyledonen wir eben (S. 412f.) kennengelernt haben, und die, wie wir sahen, die bei weitem große Mehrzahl aller Angiospermen, ja sogar aller Samenpflanzen umfassen, werden seit langem eingeteilt in solche Pflanzen, deren Blumenblätter miteinander verwachsen, und solche, deren Blumenblätter frei sind. Erstere nennt man Sympetalae, d. h. solche mit verwachsenen Blumenblättern, letztere Choripetalae oder Eleutheropetalae, d. h. solche mit getrennten oder freien Blumenblättern. Während der erstere Name recht bezeichnend und sehr viel besser ist als der früher gebrauchte Monopetalae, der auf der durch Morphologie und Entwickelungsgeschichte als falsch erwiesenen Ansicht beruhte, daß die Blüten dieser Pflanzen nur ein einziges Blumenblatt hätten, ist der Name Choripetalae nicht umfassend genug, da man viele Pflanzen hierzu rechnet, die entweder gar keine Blumenblätter haben oder nur eine einzige Blütenhülle, von der man also nicht sagen kann, ob sie den Kelch oder die Blumenkrone darstellt, zumal sie häufig durch ihre Größe und Form wie durch ihre nicht grüne Farbe eine den Blumenblättern ähnliche Ausbildung zeigt. Man zieht es deshalb vor, diese Unterklasse Archichlamydeae zu nennen, und bezeichnet die Sympetalen im Gegensatz hierzu als Metachlamydeae. Man unterscheidet also die mit ihrer ursprünglichen Blütenbekleidung versehenen Blüten von denen, deren Blütenbekleidung sich einer Änderung unterzogen hat. Hierbei geht man von der Annahme aus, daß die Blüten mit getrennten Blütenblättern (Choripetalae) oder einer nur einfachen Blütenhülle (Apetalae) einen niederen bzw. ursprünglicheren Blütentypus darstellen, während die Verwachsung der Blumenblätter zu einem Becher, einer

Glocke oder gar zu einer Röhre schon auf ein komplizierteres, also auch entwickelungsgeschichtlich späteres Stadium hinweist. Wenngleich diese Hypothese viel für sich hat, kann man sie doch durchaus noch nicht als feststehend ansehen, jedenfalls nicht so weit, daß man daraus die Konsequenz ziehen dürfte, alle Metachlamydeae stammten von einem Ahnen ab, der sich irgendwo aus den Archichlamydeae entwickelt habe. Es ist nicht nur denkbar, sondern sogar sehr wahrscheinlich, daß sich verschiedene Stämme der Metachlamydeae an verschiedenen Stellen aus den Archichlamydeae herausgebildet haben, wie man auch jetzt noch in den choripetalen Familien einzelne sympetale Glieder entdeckt, und umgekehrt. Desgleichen begegnet man in deutlich choripetalen Familien einzelnen Arten oder Gattungen, deren Blumenblätter verkümmert sind, und die deshalb apetalen Charakter tragen, ohne doch den eigentlich apetalen Familien zugeteilt werden zu können.

So finden sich noch mancherlei Unvollkommenheiten in dem sogenannten natürlichen System, die erst durch mühsame Untersuchungen oder teilweise vielleicht durch den glücklichen Fund neuer Zwischenformen beseitigt werden können. Man versucht neuerdings auch, durch die im Tierreich übliche Serumprobe die Verwandtschaft des Protoplasmas verschiedener Pflanzen biologisch festzustellen. Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß diese Methode so weit ausgebildet werden wird, daß man mit ihrer Hilfe die oben angedeuteten Fragen zur Lösung zu bringen vermag, da es sich hierbei ja nicht um nähere Verwandtschaftsgrade handelt. Ebenso wird es wohl kaum gelingen, auf paläontologischem Wege Zwischenformen zu entdecken, da sich die Blüten wegen ihres zarten Gewebes im allgemeinen nur äußerst selten gut genug in Abdrücken erhalten, um so feine Probleme lösen zu können. Eher wird man vielleicht in fossilen Harzen noch manches entdecken, aber es scheint, daß gerade in den heißen Gegenden das Harz nicht sehr lange unverändert in der Erde bleibt, im Gegensatz zu dem nordischen Bernstein, in dem sich ganz ausgezeichnete Blütenabdrücke in Form echter Harzmatrizen erhalten haben.

Die Unterklasse der Archichlamydeae wird in etwa 29 Reihen eingeteilt, von denen fünfzehn zu den Apetalae gehören, d. h. solche Pflanzen umfassen, die entweder überhaupt keine oder nur eine einfache, also nicht in Kelch und Blumenkrone differenzierte Blütenhülle haben; erstere nennt man Achlamydeae, letztere Haplochlamydeae oder Monochlamydeae. Die Diplochlamydeae oder Dichlamydeae, die sich durch eine in Kelch und Blumenkrone zerfallende Blütenhülle kennzeichnen, umfassen, wenngleich sie nur sechs Reihen ausmachen, doch weit mehr Familien als erstere, da jede ihrer Reihen aus vielen Familien besteht, während namentlich die Reihen der Achlamydeae größtenteils nur von je einer einzigen Familie gebildet werden. Den Übergang bilden die zwei Reihen der Heterochlamydeae, da die zu ihnen gehörigen Pflanzen zum Teil eine einfache, zum Teil eine differenzierte Blütenhülle haben, so daß also, wie man sieht, auch dieses Trennungsmerkmal nicht als durchgreifend angesehen werden kann.

Die einer Blütenhülle überhaupt ermangelnden Dikotyledonen sind nicht nur arm an Familien, sondern die Familien sind auch fast stets arm an Gattungen, und die Gattungen häufig arm an Arten. Es ist dies wohl ein Beweis dafür, daß es sich hierbei im wesentlichen um Pflanzengruppen handelt, die früher vielleicht reich an Gattungen waren, sich aber nur in einzelnen besonders gut angepaßten Formenkreisen erhalten haben oder in isolierten Gegenden leben, wo es ihnen verhältnismäßig leicht wurde, dem nicht allzu starken Wettbewerb besser entwickelter bzw. feiner ausgestalteter Formen zu widerstehen. Letzteres gilt für die Kasuarinen, die Balanopsidazeen, die Myrikazeen, die Leitneriazeen, die Julianazeen, ersteres für die Piperazeen nebst den ihnen nahestehenden Familien, die sämtlich dem tiefen

Waldesschatten sehr gut angepaßt sind, ferner für die Salikazeen, Juglandazeen und die **Fagales**, die in ihrer Anpassung an nördliche kühlere Gegenden mit Winterruhe, wie wir noch sehen werden, ein vorzügliches Mittel erlangt haben, sich im Kampf ums Dasein siegreich zu behaupten. Ja, manche dieser kätzchentragenden Familien, wie z. B. Weiden, Pappeln, Eichen, Birken und Erlen, befinden sich jetzt entschieden in ihrer kräftigsten Entwickelung, und ihnen dürfte bei weiterer Abkühlung der Erde um so eher ein großes Feld offenstehen, als es den meisten Familien tropischer Bäume außerordentlich schwer zu werden scheint, sich stärkeren Winterfrösten gegenüber durch neue Anpassungen zu schützen.

Eine noch wenig bearbeitete, aber auch äußerst schwierig zu behandelnde Frage ist die, wie weit die achlamydeischen Familien ursprüngliche Zustände darstellen, und wie weit sie Reduktionsbildungen repräsentieren. Ersteres dürfte wohl sicher der Fall sein bei den Kasuarinazeen, vermutlich auch bei den Piperales, möglicherweise noch bei den Myrikazeen und Balanopsidazeen; zweifelhafter ist es schon für die Fagales, Juglandazeen, Salikazeen sowie für die Leitneriazeen und Batidazeen, obgleich manches auch hier für ursprüngliche Bildung, also gegen Reduktion, spricht. Jedenfalls fehlen bisher alle Hinweise auf bestimmte Formenkreise, aus denen sie sich rückgebildet haben könnten.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen treten wir an die Schilderung der einzelnen Familien heran und lernen in diesem Bande noch die sogenannten Apetalae sowie zum Schluß die beiden Übergangsreihen der Heterochlamydeae kennen.

Unterklasse 1:
Archichlamydeae.

Reihe 1:
Casuarinales oder Kasuarinenartige Gewächse.

Zu der Reihe der Casuarinales, häufig auch als Verticillatae oder Wirtelgewächse bezeichnet, gehört nur die eine Familie der **Casuarinaceae** oder **Kasuarinengewächse**.

Die einzige Gattung Casuarina, die Kasuarine, umfaßt etwa 25 einander sehr ähnliche Bäume, die zum bei weitem überwiegenden Teile Australien und Neukaledonien bewohnen. Nur einige wenige Arten finden sich in den Berggegenden des Malaiischen Archipels, und nur eine einzige Art, C. equisetifolia, hat dadurch, daß sie sich dem Strandleben anpaßte, eine weite Verbreitung erlangt.

An dieser Familie fällt zunächst der an Schachtelhalme erinnernde Habitus auf; er beruht darauf, daß die Zweige keine Blätter haben, sondern nur quirlig angeordnete Zähnchen; auch sind die dünnen Stengel ebenso wie bei den Schachtelhalmen kantig, und zwar sind die Spaltöffnungen in die zwischenliegenden Furchen tief eingesenkt. Der Name C. equisetifolia für die eine Art ist demnach schlecht gewählt: erstens haben die Schachtelhalme keine Blätter, zweitens ist die äußere Ähnlichkeit mit den Schachtelhalmen allen Arten eigentümlich. Durch das Fehlen von Blättern und die tief eingesenkten Spaltöffnungen sind die Kasuarinen natürlich befähigt, auch in sehr trockenen Gebieten zu gedeihen.

Selbst in dem feuchten Malaiischen Archipel suchen sie sich die trockensten Lokalitäten aus, nämlich außer dem Sandstrand auch trockene Hänge. Die Bergkasuarine, C. montana, in Java liebt vor allem die grasigen Flächen oberhalb der Wolkenzone; dort tritt sie sogar waldbildend auf, und diese Haine erinnern durch den lichten Schatten, die nadelähnlichen Zweige und das eigenartig säuselnde Geräusch, wenn der Wind hindurchstreicht, sehr an Kiefernwaldungen.

Die Geschlechtsorgane sind freilich durchaus verschieden von denen der Schachtelhalme und auch von denen der den Kasuarinen immerhin noch näher stehenden, zu den Gymnospermen gehörenden Ephedreen, die ja gleichfalls durch Reduktion der Blätter zu Schuppen gekennzeichnet sind. Wie aus Abbildung 116 (A 1 und 8) ersichtlich ist, sind die männlichen und die weiblichen Blütenstände getrennt. Erstere bilden lange, dünne, kätzchenförmige Ähren, welche die rutenförmigen Zweige abschließen, letztere an Kurztrieben stehende Köpfchen mit pinselartig hervorragenden roten Narben. Bei der Fruchtreife wachsen diese Köpfchen zu dick



Abb. 116: Kasuarine (Casuarina).

A) Casuarina equisetifolia: 1) Männlicher Blütenstand; 2) derselbe, etwas vergrößert; 3) Teil desselben, stark vergrößert; 4) männliche Blüte, stark vergrößert; 5) Diagramm des Querschnittes durch einen männlichen Blütenstand; 6) Pollenkorn im Querschnitt, stark vergrößert; 7) Zweig mit weiblichen Blütenständen und Fruchtstand; 8) weiblicher Blütenstand, etwas vergrößert; 9) weibliche Blüte, stark vergrößert; 10) Frucht, vergrößert; 11) dieselbe im Längsschnitt; 12) Same im Längsschnitt, vergrößert; 13) Diagramm der weiblichen Blüte; 14) Samenanlage mit chalazogamisch eingedrungenem Pollenschlauch, vergrößert; 15) Stengelstück, stark vergrößert; 16) Querschnitt durch den Stengel, stark vergrößert.
B) C. humilis: Fruchtstand.
C) C. distyla: Fruchtstand.
D) C. stricta: 1) Männlicher Blütenstand; 2) weiblicher Blütenstand; 3) Fruchtstand; 4) Same, vergrößert.

zylindrischen, holzigen Kapselhäufchen aus, die je nach der Art zwischen der Größe von Kirsche und Pflaume variieren. Die Blüten sind sehr einfach gebaut: die männlichen haben eine einfache, aus wenigen schuppenförmigen Blättchen bestehende Blütenhülle sowie ein einziges Staubgefäß (Abb. 116, 4); den weiblichen fehlt die Blütenhülle, der Fruchtknoten trägt einen kurzen, in zwei lange, fadenförmige Narben auslaufenden Griffel (Abb. 116, A 9), während sich im Inneren gewöhnlich zwei vom Grunde aufsteigende, geradläufige Samenanlagen befinden.

Besonders interessant sind bei den Kasuarinen die Befruchtungsvorgänge. Die Samenanlagen enthalten nämlich nicht, wie bei fast allen übrigen Angiospermen, nur einen einzigen Keim- oder Embryosack, sondern deren 20 und mehr. Infolge dieser Eigentümlichkeit stellen sie einen mehr nach den Archegonenpflanzen und den Gymnospermen hinneigenden Typus

dar. Aber nur ein einziger dieser Embryosäcke entwickelt eine Eizelle nebst den dazugehörigen Gehilfinnen (Synergiden); die übrigen bleiben steril, einige von ihnen wachsen jedoch zu langen Schläuchen aus, die das Gewebe der Samenanlage in einer dem Eimunde (Mikropyle) entgegengesetzten Gegend, also nahe bei der Anheftungsstelle der Samenanlage, bei der sogenannten Chalaza, lockern. Hier dringt nun der Pollenschlauch, nachdem er durch Narbe, Griffel und Seitenwand des Fruchtknotens herabgewachsen ist, ein und legt sich an den Embryosack an (Abb. 116, A 14). Diese merkwürdige Art der Befruchtung — Eindringen des Pollenschlauches nicht durch den Eimund, sondern von der Gegend der Anheftungsstelle der Samenanlage aus — nennt man, wie schon S. 312 erwähnt wurde, Chalazogamie. Nachdem sie zuerst bei Casuarina festgestellt worden war, hat man sie später noch bei anderen Apetalen entdeckt, nämlich bei Birken, Walnußbäumen und Erlen. Die Chalazogamie stellt jedenfalls einen primitiveren Typus dar und weist darauf hin, daß die Familien, die diese Befruchtungsweise zeigen, nicht aus höher entwickelten Pflanzenfamilien durch Reduktion entstanden sind, sondern daß es sich bei ihnen um ursprünglichere Bildungsformen handelt.

Die wichtigste Art, die Strandkasuarine, C. equisetifolia (Abb. 116, A), ist vom tropischen Australien aus bis zu den östlichsten polynesischen Inseln Tahiti und Markesas vorgedrungen. Desgleichen hat sie nach Westen zu den ganzen Malaiischen Archipel und die Küsten Indiens und Ceylons in Besitz genommen, ja sogar bis zu den Maskarenen, auch nach Madagaskar, Sansibar und dem ostafrikanischen Küstenland ist sie gelangt, und der Mensch hat sie ihres Nutzens wegen noch weiter verpflanzt und namentlich in Südafrika in Kultur genommen. Sie ist ein wegen seiner Anspruchslosigkeit und seines schnellen Wuchses vortrefflich zur Aufforstung warmer Küstengebiete brauchbarer, recht stattlicher, bis 20 m hoher Baum, der sogar mit sterilem Sand vorliebnimmt, vorausgesetzt, daß das Grundwasser mindestens 1,3—1,4 m unter die Bodenoberfläche reicht.

Das Holz ist hart und schwer, außen weiß, im Inneren bräunlich; es ist sehr spröde und splittert leicht, taugt also zum Schneiden von Balken wenig, liefert aber in holzarmen Gegenden ein sehr gutes Brennmaterial und eignet sich auch, da es gegen Nässe und Salz widerstandsfähig ist, für Schiffbauten. Die Südseeinsulaner benutzen es ferner viel zu Geräten, besonders zur Anfertigung der Streitkolben. Wegen seiner Härte wird es, ebenso wie das Holz der übrigen Arten dieser Gattung, zu den sogenannten Eisenhölzern gerechnet.

Die Rinde ist sehr reich an Gerbstoff und enthält eine Kasuarin genannte braune Substanz, die der Wolle wie der Seide eine dauerhafte braune Färbung verleiht.

Einige australische Kasuarinen werden der Härte des Holzes wegen von den Kolonisten als Eiche bezeichnet, so z. B. heißt C. quadrivalvis in Neusüdwales Swamp-oak (Sumpfeiche), C. torulosa in Ostaustralien River-oak (Flußeiche) oder Forest-oak (Waldeiche) oder Botanybay-oak, C. Fraseriana in Westaustralien She-oak (weibliche Eiche). Auch Australisches Mahagoni wird das Kasuarinenholz genannt; die australische C. stricta (Abb. 116, D) und wohl auch andere Arten sind mit dem Namen Beefwood oder Pferdefleischholz bedacht worden. Die meisten Kasuarinenhölzer lassen sich gut spalten und eignen sich vorzüglich zur Fabrikation von Möbeln und Geräten.

Reihe 2:

Piperales oder Pfefferartige Gewächse.

Die vier Familien umfassende Reihe der Piperales zeichnet sich vor allem durch die große Einfachheit ihrer Blütenbildung aus. Den Blüten, die entweder zwitterig oder getrennten Geschlechtes sind, fehlt oft jede Hülle: sie stehen dann nackt in den Achseln von Deckblättern, sind meist sehr klein und zu Ähren geordnet.

Familie 1: **Piperaceae** oder **Pfeffergewächse.**

Die Familie der Piperaceae oder Pfeffergewächse ist die bei weitem wichtigste dieser Reihe, und zwar nicht nur der Zahl der Gattungen und Arten nach, sondern auch wegen

ihres Nutzens für den Menschen. Liefert sie uns doch den schwarzen und den weißen Pfeffer, den Südasiaten den Betelpfeffer, den Polynesiern das hochgeschätzte Kawagetränk.

Die wenig zahlreichen Gattungen umfassen durchweg kleinere Pflanzen der wärmeren Gegenden, zum kleineren Teil aufrechte Kräuter oder Stauden, zum größeren Teil mehr oder weniger holzige Kletterpflanzen, die nach Art unseres Efeus sich mittels festhaftender Klammerwurzeln an den Baumstämmen der tropischen Wälder emporranken. Immerhin gibt es eine Reihe nicht kletternder Sträucher unter ihnen, Bäume fehlen dagegen ganz.

Fanden wir bei den Kasuarinen einige Beziehungen zu Gymnospermen und Archegonienpflanzen, so deuten die Piperazeen in ihrem Gefäßbündelsystem eher auf die Monokotyledonen hin. Ihre Stengel haben nämlich zerstreute oder wenigstens in mehrere Reihen geordnete Gefäßbündel, und zwar erweisen sich die inneren, also im Mark verlaufenden Stränge als die Basalteile der oberen peripherischen Stränge. Daß es sich hierbei aber nur um eine Ähnlichkeit, nicht um innere Verwandtschaft mit den Monokotyledonen handelt, geht daraus hervor, daß die Gefäßbündel geradeso wie die der anderen Dikotyledonen ein teilungsfähiges Kambium haben. Das Holz besteht daher bei den Sträuchern oder Lianen dieser Familie aus einem geschlossenen, das Mark umhüllenden Ringe, nicht wie bei den holzigen Monokotyledonen aus einzelnen in ein Grundgewebe eingebetteten Gefäßbündeln.

Trotz ihres einfachen, primitiven Baues kann man die Piperazeen durchaus nicht als eine dem nahen Aussterben geweihte Familie ansehen. Sie sind offenbar ihren jetzigen Wohnplätzen ausgezeichnet angepaßt, und die große Fülle einander nahestehender Formen deutet auf eine rege Entwickelung hin. In den Gegenden, in denen sich die Reliktformen hauptsächlich erhalten haben, wie Madagaskar, Neukaledonien und Neuholland, treten die Piperazeen verhältnismäßig zurück. Das zwar gegen die Außenwelt gut geschützte, aber in seinem Innern doch eine reiche biologische Entwickelung offenbarende Gebiet des tropischen Urwaldes ist ihr Lebenszentrum; indessen auch in nördlichere Gegenden haben sie schon Vorposten entsandt, ein Beweis, daß es der Familie an Entwickelungsfähigkeit nicht fehlt. Dadurch zeichnet sie sich vor den benachbarten Familien aus, mit denen sie entwickelungsgeschichtlich wohl eng verknüpft ist.

Die bei weitem wichtigste Gattung dieser Familie sowie der ganzen Reihe der Piperales ist die Gattung Piper oder Pfeffer. Sie ist sogar eine der artenreichsten Pflanzengattungen der Welt, denn es sind schon jetzt weit über 600 Arten bekannt, obgleich man gewiß noch nicht die Hälfte beschrieben hat. Man darf sagen, daß es fast keinen ursprünglichen Regenwald in den Tropen gibt, in dem nicht Vertreter dieser Gattung vorkommen, und da fast jede Gegend und jede Insel ihre besonderen Arten hat, so kann man sich eine Vorstellung von der Menge der Arten der Gattung Piper machen. Dabei ist der Bau der Blüten und die Gestalt der Blätter so einfach, daß man staunen muß, wie trotzdem eine so große Mannigfaltigkeit der Formen möglich ist.

Die Blätter dieser Gattung sind meist mehr oder weniger herzförmig und spitz, auch lange Träufelspitzen zur Ableitung des Regenwassers sind zuweilen vorhanden. Gewöhnlich durchziehen von der Basis aus mehrere starke Nerven das entweder kahle oder behaarte Blatt (Abb. 117, A1). Die Blüten sitzen allseitig an gestielten, langen und dünnen Achsen, die nicht, wie es gewöhnlich der Fall ist, den Blattachseln entspringen, sondern den Blättern opponiert sind, d. h. ihnen am Stengel gegenüberstehen (Abb. 117, A1). Man erklärt dies mit der Annahme, die Ähren ständen terminal, d. h. sie stellten eigentlich das Ende des Stengels dar, während das Wachstum des Triebes von einem Achselsproß wieder aufgenommen würde. Danach würde

also der Zweig eigentlich aus einer Reihe von Zweigen verschiedener Ordnung bestehen; er würde also kein Monopodium, keinen Einzelsproß, sondern ein Sympodium, einen Sproßverein darstellen. Solchen sympodialen Bildungen begegnen wir häufig bei den höheren Pflanzen.



Abb. 117: Pfeffergewächse (Piperaceae).

A) Piper nigrum: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) jugendlicher Fruchtstand; 3) Teil des ausgewachsenen Blütenstandes, stark vergrößert; 4) junge Frucht; 5) reifer Same; 6) Same im Längsschnitt, vergrößert; 7) Keimling.
B) P. guineense: 1) Fruchtstand; 2) Einzelfrucht.
C) P. cubeba: Früchte.
D) P. longum: Fruchtstand.
E) P. speciosum: Teil des Blütenstandes mit gedrängt stehenden Schuppen, vergrößert.

Die Blüten sind durchweg äußerst einfach gebaut. Eine wirkliche Blütenhülle fehlt, oft ist aber das Tragblatt, das gewöhnlich nur eine konkave Schuppe darstellt (Abb. 117, A3), zu einem Schildchen ausgewachsen. Die Tragblätter bedecken den Blütenstand oft von außen derart, daß die Geschlechtsorgane kaum Platz haben, sich durch die Lücken hindurchzuzwängen (Abb. 117, E). Die Blüten sind bald zwitterig, bald eingeschlechtig, es gibt aber auch Arten, die männliche, weibliche und zwitterige Blütenstände entwickeln. Die Zahl der stets unscheinbaren Staubgefäße ist meist klein, bei dem schwarzen Pfeffer sind z. B. nur zwei in jeder Blüte vorhanden (Abb. 117, A3). Der einfächerige Fruchtknoten enthält in der ganzen Familie nur eine grundständige, geradläufige Samenanlage. Die entweder sitzenden oder von einem Griffel getragenen Narben sind gewöhnlich etwas lappig. Die Früchte sind entweder sitzend oder gestielt; im ersteren Falle sind sie entweder dichtgedrängt und daher kantig, wie z. B. bei dem sogenannten langen Pfeffer (Abb. 117, D), oder sie sitzen nicht so eng beieinander und sind daher imstande, sich kugelig auszubilden, wie beim schwarzen Pfeffer (Abb. 117, A 2). Der Betelpfeffer nimmt mehr eine Mittelstellung ein; bei dieser Art stehen die in einer kleinen Spitze

endenden Früchte zwar dicht, haben aber dennoch eine kugelige Gestalt. Gestielte Früchte hat der Guineapfeffer (Abb. 117, B) sowie der Schwanz- oder Kubebenpfeffer (Abb. 117, C), bei dem auch der Stiel noch an den trockenen und abgefallenen Früchten sitzenbleibt.

Interessant sind die Früchte insofern, als die Samen außer dem kleinen Keimling zweierlei Nährgewebe haben, die man als Endosperm und Perisperm unterscheidet; sie sind entwickelungsgeschichtlich von verschiedener Herkunft (Abb. 117, A 6). Da es nur wenige Pflanzenfamilien mit Perisperm gibt, so ist dies ein charakteristisches Merkmal der Reihe der Piperazeen. Außerhalb der Samenschale befindet sich das trockene oder fleischige Fruchtgewebe. Bei dem schwarzen Pfeffer ist es saftig und außen rot; es trocknet zu einer runzeligen schwarzen Masse ein, die dem schwarzen Pfeffer sein charakteristisches Aussehen gibt. Läßt man das Fruchtfleisch durch Gärung sich erweichen und reibt man es dann ab, so bleibt der kugelige, von einer weißen Schale umhüllte Same, der weiße Pfeffer des Handels (Abb. 117, A 5). Bei der Keimung des schwarzen Pfeffers werden die Samen durch den Keimling mit emporgehoben und bleiben lange Zeit als Kapuze auf den sich mächtig entfaltenden Keimblättern haften (Abb. 117, A 7).

Alle Pfefferarten, wie überhaupt die Familie der Piperazeen, sind durch Ölzellen gekennzeichnet, die mehr oder minder scharfe Stoffe enthalten. Diese haben nur zum kleinsten Teile angenehmen Geschmack, denn der scharfe, aber reine, durch harzige Stoffe hervorgerufene Pfeffergeschmack und der angenehme, durch ätherische Öle erzeugte Pfeffergeruch werden gewöhnlich durch kampferartige Stoffe mehr oder weniger verdeckt.

Von allen Pfefferarten und von den Piperales überhaupt hat wirtschaftlich zweifellos der Betelpfeffer, Piper betle, die größte Bedeutung. Wenn man bedenkt, daß die meisten Inder, Malaien und Indochinesen sowie viele Südchinesen und nicht wenige Araber und Afrikaner dem Betelgenusse ergeben sind, daß mithin fast ein Drittel der gesamten Menschheit die Blätter des Betelpfefferstrauches in Menge kaut, und zwar ebenso als Genußmittel, wie wir uns des Tabaks bedienen, so wird man begreifen, daß der nur als Gewürz dienende schwarze, weiße und lange Pfeffer an Bedeutung dem Betelpfeffer gegenüber sehr stark zurücktritt. Diese in Indien heimische Pfefferart wird jetzt in ganz Südasien gebaut; fast jeder Eingeborene, der über ein Gärtchen verfügt, läßt einige Betelreben an Bäumen oder an Zäunen hinaufranken, um sich jederzeit frisches Betelmaterial verschaffen zu können.

Die Blätter sind länger als die von P. nigrum, auch weicher, und ihre beiden Hälften sind nicht ganz gleich. Die Frucht ähnelt mehr der von P. longum (Abb. 117, D) als der von P. nigrum. Man kaut die Blätter nur selten allein: gewöhnlich hüllt man eine Scheibe von der Nuß der Arekapalme darin ein und fügt etwas Kalk sowie oft noch etwas Tabak oder Gambir (aus einer Rubiazeen-Liane gewonnenen Gerbstoff) hinzu. Der rote Speichel des Betelkauers rührt von dem roten Harz der Zerklüftungsstreifen der Arekanuß her. Mit den Namen P. siriboa und P. melamiri werden nahestehende und in gleicher Weise benutzte Pfefferarten des Malaiischen Archipels bezeichnet.

Der schwarze Pfeffer, Piper nigrum (Tafel, Abb. 117, A und Abb. 118), stellt das wichtigste Handelsgewürz dar: er ist Welthandelsartikel mit einem Jahresumsatz von 26 Millionen Kilogramm im Werte von etwa 35 Millionen Mark. Schon im Altertum kam er nach Europa, nachdem ihn die Griechen auf Alexanders Siegeszuge nach Indien kennengelernt hatten; besonders hoch wurde das Gewürz von den Römern der Kaiserzeit geschätzt. Plinius verspottet seine Mitbürger sogar, daß sie ein Ding so teuer bezahlten, das sich durch nichts auszeichne als durch seinen scharfen Geschmack und durch seine ferne Heimat. Zur Zeit Karls des Großen war der schwarze Pfeffer Bestandteil eines wertvollen Universalheilmittels. Im Mittelalter spielten die Gewürzkrämer eine große Rolle; sie wurden Piperarii, zu deutsch Pfefferleute, genannt, während reiche Kaufleute noch heutzutage Pfeffersäcke heißen. Sogar eine als Pfeffergeld bezeichnete Naturalabgabe war in manchen Ländern im Gebrauch. Die Kämpfe zwischen Genua und Venedig drehten sich nicht zum wenigsten um das Monopol des Pfefferhandels, und die Entdeckung Amerikas sowie des Seeweges nach Indien wurde mit beeinflußt durch das Verlangen, sich des Pfefferlandes zu bemächtigen. Wesentlich infolge des Besitzes des Pfeffermonopols sind die indischen Kompanien Hollands und Englands zu gewaltigem Wohlstande gelangt.

Noch heute ist der schwarze Pfeffer das unentbehrlichste Gewürz; es fehlt fast auf keiner Tafel. Durch seinen Reiz verursacht er eine stärkere Absonderung der Schleimhäute und das Gefühl einer angenehmen inneren Wärme. Sein Wert als Heilmittel ist gering; als Hausmittel wird er noch häufig angewendet, auch als Ersatz von Kampfer gegen Motten und in wässerigem Aufguß zum Töten der Fliegen.

Im Gegensatz zum Betelpfeffer wird der schwarze Pfeffer nicht als Gartengewächs, sondern fast nur in Pflanzungen gezogen, und zwar an Stangen, wie bei uns der Hopfen. Großkulturen gibt es vor allem in Malabar in Vorderindien, der eigentlichen Heimat dieser Art, in den Lampongdistrikten im Süden Sumatras, endlich auf der Malaiischen Halbinsel. Es handelt sich aber dabei um eine mühsame und langwierige Kultur, da man das Land vielfach reinigen muß und eine größere Ernte erst vom vierten Jahre an erhält. Der höchste Ertrag, 1—2 kg von einer Pflanze, ist sogar erst vom siebenten bis zum neunten Jahre zu erwarten.


Abb. 118: Schwarzer Pfeffer (Piper nigrum). Nach Photographie.

Der weiße Pfeffer, der ehemals als das Produkt einer besonderen Pflanze, des Piper album, angesehene reife Same von Piper nigrum, wird in weit geringerer Menge als der schwarze Pfeffer gewonnen.

Der rote Pfeffer, Paprika- oder Cayennepfeffer, stammt von der mit Kartoffel und Tomate verwandten Gattung Capsicum. Der Name Chilepfeffer ist nur eine Verdrehung des von den Engländern als Bezeichnung des roten Pfeffers gebrauchten Wortes Chillies, während man unter Perupfeffer die als Gewürz kaum verwendbaren, zwar sehr scharf, aber unangenehm schmeckenden Früchte der Anakardiazee Schinus molle versteht.

Die Paradieskörner, die in früheren Zeiten gleichfalls als Pfefferersatz gedient haben, auch Guineakörner oder Malagettapfeffer genannt, gehören zu der Gattung Aframomum, die unter den Monokotyledonen bei den Zingiberazeen zur Besprechung gelangen wird.

Der Guineapfeffer, auch Aschantipfeffer genannt, Piper guineense (Abb. 117, B), findet nur im westlichen und im zentralen Afrika eine örtlich beschränkte Verwendung; nach Europa kam er nur zu Zeiten, wo der schwarze Pfeffer sehr hoch im Preise stand, als minderwertiges Ersatzmittel. Auch sonst gibt es noch eine Reihe von Arten, die hier und dort wie Pfeffer benutzt werden.

Der Kubebenpfeffer, Piper cubeba (Abb. 117, C), hat nur sehr geringe Bedeutung und wird lediglich als Droge verwendet, namentlich als erwärmendes Magenmittel zur Steigerung der Eßlust und zur Beförderung der Verdauung. Man muß aber bei seinem Gebrauche vorsichtig sein, da er, in zu großer Menge genossen, Magenbrennen und Schwindel hervorruft; daher der Name Schwindelkörner. Sein Geschmack ist

zwar pfefferartig, aber aromatischer. Der Kubebenpfeffer wird vor allem auf Java gebaut, aber da der Bedarf noch nicht ein Prozent des schwarzen Pfeffers beträgt, so entsteht bei stärkerem Anbau sofort Überproduktion.

Der lange Pfeffer stammt von den beiden indischen, kaum zu unterscheidenden Pflanzen Piper longum und Piper officinarum und spielte im Mittelalter eine bedeutende Rolle im Handelsverkehr mit Europa, wo das Gewürz in hohen Ehren stand. Seitdem er billig geworden ist, schätzt man ihn hier gering, während in Indien noch heute auf jedem Markt und in jedem Spezereigeschäft die ganzen getrockneten Fruchtstände (Abb. 117, D) — daher der Name langer Pfeffer — zu kaufen sind. Sie sind schärfer als der schwarze Pfeffer und werden sowohl als Gewürz wie als Medizin benutzt.

Von geringer Bedeutung ist der tropisch-amerikanische Matikopfeffer, Piper angustifolium, dessen Blätter als Wundmittel sowie bei Lungen- und Geschlechtskrankheiten verwendet werden.

Der Kawapfeffer, auch Awa- oder Rauschpfeffer genannt, Piper methysticum, wächst im Gegensatz zu den bisher besprochenen Pfefferarten strauchig; überdies benutzt man von ihm weder Früchte noch Blätter, sondern die Wurzeln. Seine Heimat ist nicht Indien, sondern Polynesien; auch in Neuguinea findet er sich wild. Ein ausgewachsener, sechsjähriger Strauch soll einen Zentner Wurzeln liefern; diese enthalten ein anregend und reizend wirkendes, in stärkerem Maße gebraucht auch schweiß- und harntreibendes und etwas berauschendes Harz, das sogenannte Kawahin. Die Südseeinsulaner, unter ihnen die Samoaner, bereiten aus ihm ein bei Festlichkeiten beliebtes Getränk: der wirksame Stoff, den die Dorfschönen zunächst durch Kauen der Wurzeln aufschließen, wird dann in großen Schüsseln mit Wasser ausgezogen. Auf den Markesas dient die Wurzel als Heilmittel bei Brustkrankheiten, und neuerdings wird sie in größeren Mengen für medizinische Zwecke nach Deutschland eingeführt, zumal von den Sandwichinseln aus. Auch von manchen anderen Pfefferarten finden die aromatischen Wurzeln in der Volksheilkunde Verwendung, z. B. als harntreibendes Mittel gegen Schlangenbiß usw. Eine nicht kletternde, strauchige Pfefferart Mexikos, P. tiliaefolium, liefert die Pfefferrohrstöcke des Handels, die der Fabrikation von Regenschirmen und Spazierstöcken dienen.

Gleichfalls überaus verbreitet ist die Gattung Peperomia oder Zwergpfeffer, von der man etwa 400 Arten kennt, eine Zahl, die sich mit der Zeit noch bedeutend vermehren wird. Es sind kleine, in den gesamten Tropen vorkommende und sie noch etwas überschreitende zierliche Kräuter, die oft quirlig gestellte oder wenigstens gegenständige Blätter haben. Die stets zwitterigen Blüten sind auch hier zu Ähren angeordnet, die aber oft deutlich endständig oder achselständig sind und ungeteilte Narben haben. Während bei den Piper-Arten die äußeren Gefäßbündel zu einem Ringe vereinigt sind, ist dies bei Peperomia nicht der Fall: hier verlaufen die Gefäßbündel frei und voneinander getrennt. Die meist unscheinbaren, im Waldesdunkel wachsenden Pflanzen sind fast ohne wirtschaftlichen Wert; einige werden in unseren Gewächshäusern gezogen, andere als Pfefferersatz, als Salat oder als Volksmedizin benutzt.

Viele Arten, z. B. die südamerikanischen P. magnoliifolia und P. resedifolia, haben epiphytische Lebensweise angenommen und besitzen meist ein vortrefflich ausgebildetes Wassergewebe unter der Oberhaut der Blätter, dessen pralle, wassergefüllte Zellen starke Kontraktion durch die Wasserverdunstung ohne Nachteil vertragen. Infolgedessen können diese Pflanzen, nachdem sich die Zellen ihres Wasserspeichers in der Regenzeit gefüllt haben, auf Baumästen und ohne Verbindung mit dem stets etwas feuchten Erdboden längere Trockenzeiten überstehen.

Familie 2: **Saururaceae** oder **Echsenschwanzgewächse.**

Die Familie der Saururaceae oder Echsenschwanzgewächse steht den Piperazeen zweifellos recht nahe. Der Hauptunterschied ist der, daß der Fruchtknoten nicht eine Samenanlage, sondern deren mehrere hat, die bei der Gattung Saururus verschiedenen mehr oder weniger vereinigten Karpellen angehören, während sie bei den anderen beiden Gattungen an mehreren wandständigen Samenleisten eines einzigen Karpelles sitzen. Auch bilden die Gefäßbündel des Stengels nur einen einzigen Ring, es fehlen also auch die zerstreuten markständigen Bündel.

Die wenigen Arten der Familie sind krautige Pflanzen ohne wirtschaftliche Bedeutung mit ungezähnten, meist herz-eiförmigen Blättern. Die Gattung Saururus oder

Echsenschwanz umfaßt zwei Arten, von denen die eine das ganze Ostasien von den Philippinen bis Japan, die andere, bekanntere und in unseren botanischen Gärten kultivierte, der nickende Echsenschwanz, S. cernuus (Abb. 119, A), einen großen Teil des westlichen Nordamerikas, von Kanada im Norden bis Louisiana im Süden, bewohnt. Schon diese eigenartige Verbreitung deutet darauf hin, daß die Gattung in der Tertiärzeit weiter verbreitet war, eine Annahme, die auch durch den Umstand, daß es sich um Bewohner sumpfiger Gegenden handelt, bekräftigt wird, da die Sümpfe sich ja in hervorragendem Maße als letzte Zufluchtsorte absterbender Pflanzentypen erweisen.



Abb. 119: Echsenschwanzgewächse (Saururaceae).

A) Saururus cernuus: 1) Blühender Zweig; 2) Blüte, vergr.; 3) Staubgefäß, vergr.; 4) Querschnitt durch den Fruchtknoten, vergr.; 5) Fruchtfach im Längsschnitt, stark vergr.; 6) Same im Längsschnitt, stark vergr. B) Houttuynia cordata: 1) Blühender Zweig; 2) Blüte, vergr.; 3) Fruchtstand; 4) Frucht, vergr.; 5) Same, vergr.; 6) Same im Längsschnitt, stark vergr.

Die Gattungen Houttuynia und Anemiopsis enthalten sogar nur je eine einzige Art, von denen die letztere in Neukalifornien, die erstere in Ostasien vorkommt. Die dargestellte Houttuynia cordata oder herzblätterige Houttuynie (Abb. 119, B), die durch die weiße Blumenblätter vortäuschenden Hochblätter am Grunde der Blütenähren bemerkenswert ist, reicht von Japan über China südlich bis Kotschinchina und westlich bis zum Himalaja und liebt feuchte Stellen; als Unkraut dringt sie sogar bis in die Gräben von Städten und Dörfern vor.

Familie 3: **Chloranthaceae** oder **Grünährengewächse.**

Die Familie der Chloranthaceae oder Grünährengewächse ist den Piperazeen schon weniger nahe verwandt: die Blätter stehen einander gegenüber, die Samenanlagen sind

nicht aufrecht, sondern hängen herab, die Samen haben zwar ein stark ausgebildetes Endosperm, aber kein Perisperm, die Gefäßbündel folgen dem typischen Dikotyledonenschema, jedoch sind auch hier die Blüten ohne deutliche Blütenhülle zu Ähren angeordnet; auch enthalten die Arten dieser Familie Ölzellen in den Blättern und im Stengel. Erwähnenswert ist noch, daß die Staubblätter untereinander und auch etwas mit dem Fruchtknoten verwachsen sind (Abb. 120, A 2 und 3). Die vier Gattungen dieser Familie sind geographisch sehr weit zerstreut. Während die artenreichste Gattung, Hedyosmum, mit etwa 20 baumförmigen Arten auf Südamerika beschränkt ist, kommt die Gattung Ascarina mit drei gleichfalls baum- oder mindestens strauchförmigen Arten nur auf den polynesischen Inseln vor.



Abb. 120: Grünährengewächse (Chloranthaceae) und Spaltfadengewächse (Lacistemaceae).

A) Chloranthus inconspicuus: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Teil des Blütenstandes, vergr.; 3) Blüte, von innen gesehen, vergr.; 4) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; 5) Frucht im Längsschnitt, vergr.; 6) dieselbe in natürl. Größe. B) Lacistema pubescens: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) u. 3) Blüten, vergrößert; 4) Fruchtknoten, vergrößert; 5) Fruchtstand; 6) Frucht, geöffnet, mit Samen, vergrößert; 7) Same im Längsschnitt, vergrößert; 8) Keimling, vergr.

Am wichtigsten ist die im asiatischen Monsungebiet auftretende Gattung Chloranthus oder Grünähre, deren etwa zwölf Arten kleinere Waldsträucher sind, die sich durch sehr angenehmen Duft auszeichnen, weswegen die eine Art, C. inconspicuus (Abb. 120, A), in China sogar angebaut wird; man parfümiert dort mit ihren Blüten den Tee. Von der malaiischen Art C. officinalis werden die schweißtreibenden Wurzeln als Fiebermittel benutzt.

Familie 4: **Lacistemaceae** oder **Spaltfadengewächse.**

Die Familie der Lacistemaceae oder Spaltfadengewächse hat zwar auch zu Ähren angeordnete Blüten ohne Blütenhülle, im übrigen weicht sie aber von den Piperazeen bedeutend ab. Es fehlen die Ölzellen; die ganzrandigen, lanzettlichen Blätter stehen einzeln und abwechselnd, die Blütenähren sind blattwinkelständig und zu Büscheln angeordnet, die Samenanlagen sitzen an wandständigen Plazenten; Endosperm ist reichlich vorhanden, aber Perisperm fehlt. Die Staubgefäße sind an der Spitze gespalten, indem die beiden Staubbeutel

durch ein angeschwollenes Mittelstück (Konnektiv) voneinander getrennt sind. Die Blütenachse ist zu einem konkaven Diskusbecher erweitert. Der Verlauf der Gefäßbündel ist normal.

Die nicht sehr zahlreichen Arten der einzigen Gattung Lacistema oder Spaltfadenbaum bewohnen als kleine Bäume oder Sträucher das ganze tropische Amerika, der flaumhaarige Spaltfadenbaum, L. pubescens (Abb. 120, B), findet sich z. B. in Brasilien.

Reihe 3:

Salicales oder Weidenartige Gewächse.

Die Reihe der Salicales enthält nur die eine Familie der **Salicaceae** oder **Weidengewächse,** die ihrerseits wiederum nur zwei Gattungen umfaßt, Populus, die Pappel, und Salix, die Weide. Wahrscheinlich sind es die Reste einer ehemals formenreicheren Familie, wenigstens hat man im Tertiär beide Gattungen in vielen Arten gefunden, und zwar sowohl in Europa und Nordamerika als auch in den arktischen Gegenden. Es ist aber interessant und bemerkenswert, daß die tertiären Weidenarten den jetzigen tropischen Formen der Gattung nahestehen, und daß erst in den Diluvialablagerungen die heutigen Formen Europas und der nordischen Gegenden auftreten, letztere im Anschluß an die Eiszeit. Besonders die Gattung Salix ist gegenwärtig in einer starken Entwickelung begriffen; sie wird sich wohl auch in Zukunft nicht so leicht durch besser angepaßte Holzpflanzen aus den von ihr bevorzugten feuchten Standorten verdrängen lassen.

Die jetzige Verbreitung der beiden Gattungen ist entschieden nördlich: bei weitem die Mehrheit der Weiden gehört der nördlichen gemäßigten Zone an. Immerhin greift die Gattung Salix an verschiedenen Stellen auch weit in die Tropen ein, während die Pappelarten sämtlich auf die gemäßigte Zone beschränkt sind und weder die Tropen noch die rein arktischen Gegenden irgendwo erreichen.

So verschieden das Aussehen von Weide und Pappel auch ist, so ähnlich sind sie einander nach ihren wesentlichen Merkmalen. Sie sind sämtlich Holzgewächse mit abwechselnden Blättern und mehr oder weniger großen, gewöhnlich früh abfallenden Nebenblättern. Die Blüten bilden Kätzchen, und zwar sind diese nicht nur getrennten Geschlechtes, sondern stehen auch an verschiedenen Pflanzen, sind also diklin-diözisch. Allerdings findet man bei einzelnen Weiden, z. B. bei der Trauerweide, Salix babylonica, zuweilen in den weiblichen Kätzchen Blüten, die auch Staubgefäße tragen. Die einzelnen Blüten sind höchst einfach gebaut; sie haben keine Blütenhülle, statt deren vielmehr ein die Geschlechtsorgane tragendes Gebilde, einen Diskus, der bei Populus becher- oder krugförmig ist (Abb. 121, A 7, B 4, C 2), bei Salix dagegen in Gestalt zahnartiger Schuppen auftritt (Abb. 122, B 5, D 3, E 2). Das Tragblatt der Blüte ist bei Populus gezähnt oder zerschlitzt (Abb. 121, A 4, C 2), bei Salix ganzrandig (Abb. 122, A 2, B 3 und 5, C 4), jedoch oft langbehaart oder von langen Haaren umgeben. Diese weichen Seidenhaare machen die blattlosen Weidenzweige mit Blütenknospen so beliebt: als Boten des Frühlings läßt man sie unter der eigentümlichen Bezeichnung „Palmen“ in Vasen und Gläsern langsam aufblühen. Während die Pappeln stets eine größere Anzahl Staubgefäße haben, treten sie bei den meisten der deutschen Weiden nur in Zwei- oder Dreizahl auf. Der Fruchtknoten ist bei beiden Gattungen einfächerig und enthält mehrere umgewendete, an seitlichen Plazenten sitzende Samenanlagen, der Griffel ist sehr kurz und teilt sich in mehrere Narben (Abb. 121, A 7, B 4; Abb. 122, A 4, B 5, C 5, E 4). Die Frucht bildet eine kleine Kapsel, die in zwei oder mehr Klappen aufspringt



a) Schwarzpappel (Populus nigra).
Nach Photographie von K. Heller in Wien.



b) Pyramidenpappel (Populus pyramidalis). Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

(Abb. 121, A 5, B 6; Abb. 122, B 7, C 4 und 5, D 6) und hierbei die sehr kleinen dünnschaligen, überaus leichten und dabei noch am Grunde von einem langen Schopf von Seidenhaaren umgebenen, kein Nährgewebe besitzenden Samen (Abb. 122, D 7) in solcher Menge entläßt, daß sie zur Zeit der Fruchtreife der Pappeln wie der Weiden weithin die Luft erfüllen.

Die Gattung Populus oder **Pappel** umfaßt 18 Arten der nördlichen gemäßigten Zone, und zwar sind sie hauptsächlich in Nordamerika, besonders an der atlantischen Seite, sowie in Ostasien verbreitet.

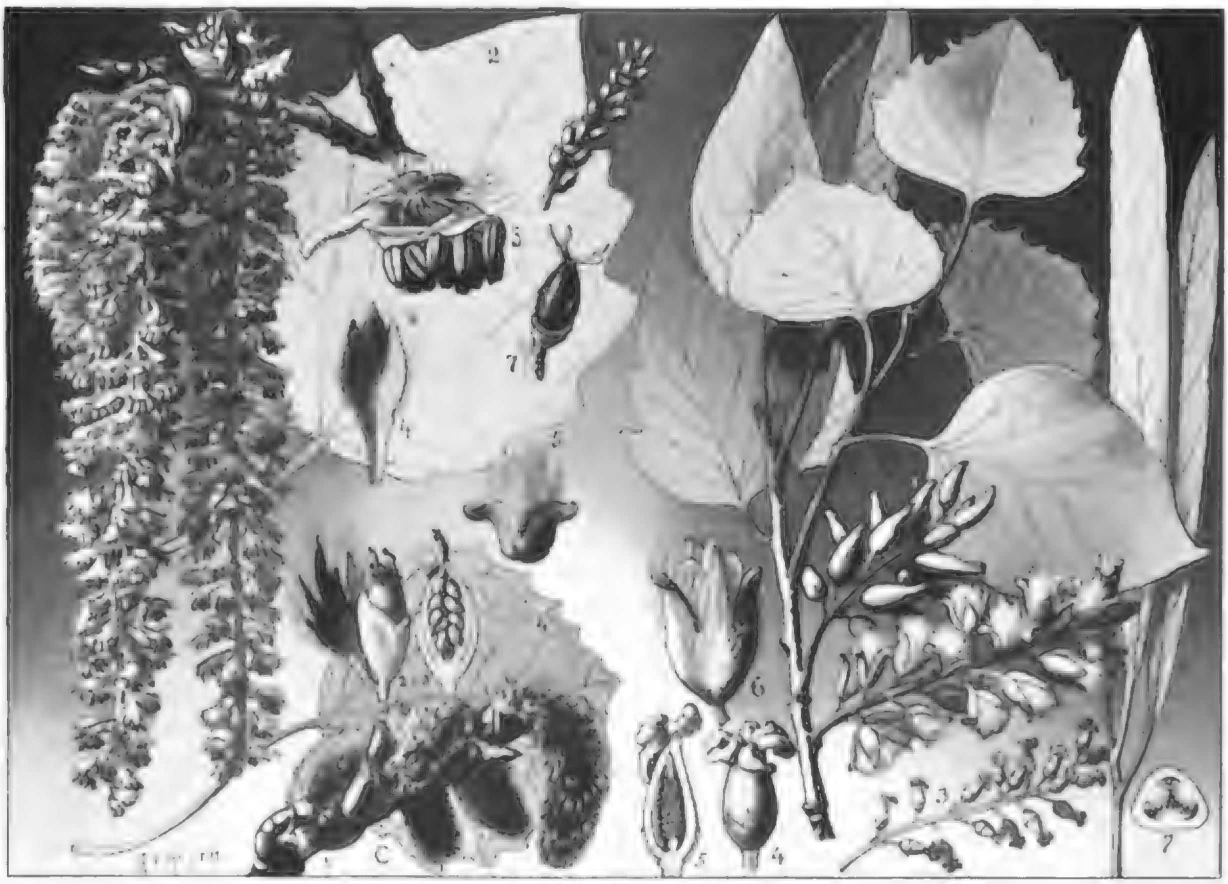


Abb. 121: Pappel (Populus).

A) Populus alba: 1) Männliche Blütenstände; 2) Blatt; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) Blütenschuppe; 5) Frucht, vergrößert; 6) weiblicher Blütenstand; 7) weibliche Blüte, vergrößert. B) P. euphratica: 1) Zweig mit Breitblättern und Fruchtständen; 2) Zweig mit Schmalblättern; 3) weiblicher Blütenstand; 4) weibliche Blüte, vergr.; 5) dieselbe im Längsschnitt, vergr.; 6) Frucht, vergrößert; 7) Querschnitt durch den Fruchtknoten, vergrößert. C) P. tremula: 1) Weibliche Blütenstände; 2) weibliche Blüte, vergrößert; 3) dieselbe im Längsschnitt.

Die Zahl der in Deutschland wild wachsenden bzw. kultivierten Pappeln ist nicht sehr groß, auch treten sie im allgemeinen nicht gesellig auf, und man pflegt sie nicht, mit Ausnahme der Espe, als wirkliche Waldbäume, da die anderen Bäume in geschlossenem Bestande mit ihnen nicht gut gedeihen. Manche Arten zeichnen sich durch riesiges und schnelles Wachstum aus; sie bilden daher einen hervorragenden Schmuck der Anlagen, und zwar gilt das besonders für die Silber- und die Schwarzpappel (Taf. 24, a), die bis 30 m Höhe erreichen. Noch höher wird die Pyramidenpappel (Taf. 24, b), die man aber fast ausschließlich als Chausseebaum benutzt; sie teilt mit den übrigen Pappeln die Eigenschaft, daß sie nicht sehr alt wird. Hundertjährige Pappelbäume gehören schon zu den Seltenheiten.

Das Pappelholz ist zwar weich und nicht sehr dauerhaft, läßt sich aber gut schneiden, drechseln und schnitzen und wird daher zur Herstellung von Brettern, Kisten und zur Verfertigung anderer leichter Gegenstände (Backtröge, Kutschkasten, Holzschuhe, Schaufeln, Holzlöffel usw.) gern verwendet. Große

Ausdehnung hat besonders die Ausfuhr von Pappelholz in Damaskus angenommen, wo der Baum in riesigen Massen längs den verschiedenen Wasserläufen kultiviert wird. Als Heizmaterial hat es nur die Hälfte des Wertes von Buchenholz, dagegen eignet es sich gut zur Papierbereitung; in Italien wird die kanadische Pappel vorzugsweise hierzu angebaut. Zur Herstellung von Schießpulver wird besonders das Holz der Espe verwendet.

Im übrigen gewährt die Pappel dem Menschen nur geringen Vorteil. Die durch eine harzige Ausscheidung der Knospenhüllblätter stark balsamisch riechenden Zweigknospen der Balsam- und Schwarzpappel, die sogenannten gemmae populi, wurden früher häufig und werden zuweilen noch heute zu einer Pappelsalbe benutzt, der äußerlich angewandt verteilende, innerlich angewandt harntreibende Eigenschaften zugeschrieben werden. Der angenehme Balsamduft der jungen, austreibenden Pappeln ist von besonderer Stärke und schon von weitem wahrnehmbar bei der haarfrüchtigen Pappel, P. trichocarpa, in Kalifornien, wo sie z. B. an dem berühmten, 1550 Fuß hohen oberen Yosemite-Wasserfall häufig vorkommt. Schon wegen dieses herrlichen Duftes im Frühling, außerdem auch wegen des schönen, saftig-grünen Laubes empfiehlt sich diese Art für Park- und Gartenanlagen in Deutschland sehr. Die Blätter der Pappeln bilden ein gutes Viehfutter, auch lassen sich aus den jungen Blättern wie aus der Rinde grüne und gelbe Farben herstellen, die freilich jetzt kaum mehr benutzt werden.

Die verschiedenen in Deutschland wachsenden Pappelarten sind leicht durch Form, Behaarung und Zähnelung ihrer Blätter erkennbar. Buchtig, eckig oder grob gezähnt sind die Blätter der Espe oder Zitterpappel, Populus tremula, die durch fast runde, schließlich kahle, langgestielte und daher bei jedem Windhauch in zitternde Bewegung geratende Blätter gekennzeichnet ist (Abb. 121, C), ferner diejenigen der Silber- oder Weißpappel, P. alba, die man an den eirunden, unterseits schneeweiß-filzig behaarten Blättern und den mehr oder weniger silberweißen Stämmen leicht erkennt. Die Graupappel, P. canescens, wird als ein Bastard zwischen den beiden genannten Arten angesehen; ihre unterseits grauen Blätter sind der Form nach der Silberpappel ähnlich, an der Basis aber mehr abgerundet, während ihre Behaarung bei zunehmendem Alter verschwindet. Sowohl die Espe als die Silberpappel haben eine weite Verbreitung, sie reichen bis Ostasien, die erstere auch bis Nordafrika.

Die andere Abteilung der Pappeln hat rautenförmige oder rundlich-dreieckige, ganz oder bis auf den Rand kahle, fein gesägte oder gekerbte Blätter. Am häufigsten ist die Schwarzpappel, P. nigra (Taf. 24, a), mit deutlich dreieckig-eiförmigen, unterseits grünen, am Rande kahlen Blättern und seitlich zusammengedrückten Blattstielen, ferner die zypressenförmige italienische oder Pyramidenpappel (Taf. 24, b), die früher unter dem Namen P. dilatata oder P. pyramidalis als besondere Art angesehen wurde, jetzt aber unter dem Namen var. italica oder pyramidalis nur für eine Varietät der Schwarzpappel gehalten wird. Es ist interessant, daß diese aus dem Orient stammende Varietät nur in männlichen Exemplaren in Deutschland vorkommt, im Gegensatz zur Trauerweide (Salix babylonica), die hier nur als weibliche Pflanze auftritt.

Zur Zeit Napoleons kam die Pyramidenpappel als Alleebaum in Aufnahme. Neuerdings wird sie nur noch selten an Chausseen angepflanzt, da ihre bis 35 m weit sich erstreckenden, oberflächlich hinkriechenden Wurzeln nicht nur die Straßen beschädigen, sondern sogar unter den Seitengräben hindurch das benachbarte Kulturland beeinträchtigen. Außerdem sind bei dieser Pappel, wie übrigens auch bei den meisten anderen, die Stockausschläge recht lästig. Die älteren Pyramidenpappeln gehen jetzt nach und nach ein, indem sie meist vom Gipfel an abzusterben beginnen.

Sonst sind in Deutschland noch in Anlagen verbreitet die der Schwarzpappel nahestehende und ihr ähnliche Rosenkranz- oder kanadische Pappel, P. monilifera oder canadensis, deren weibliche Blüten aber anstatt zwei drei bis vier Narben haben, sowie die niedrigere, gleichfalls nordamerikanische Balsampappel, P. balsamifera, welche ähnliche, aber unterseits weißliche und oft an der Basis herzförmige Blätter trägt.

Interessant ist endlich auch die von Nordafrika bis zum Himalaja und nach Sibirien verbreitete, neuerdings auch im südlichsten Europa nachgewiesene Euphratpappel, P. euphratica oder diversifolia, deren Blätter außerordentlich vielgestaltig sind, oft schon an demselben Zweige (Abb. 121, B 1 und 2), indem sie bald weidenartig schmal erscheinen, bald die Form der Pappelblätter annehmen. Bereits im Tertiär findet sich eine Pappel P. mutabilis, die man für übereinstimmend mit der Euphratpappel ansieht, und die ihren lateinischen Namen darum trägt, weil auch sie eine merkwürdige Mannigfaltigkeit der Blätter zeigt, so daß man die Blattabdrücke ganz verschieden, z. B. auch als Lorbeer-, Zimtblätter usw., beschrieben hat.

Die Gattung Salix oder Weide umfaßt beinahe 200 Arten, von denen die meisten zwar die nördliche gemäßigte Zone bewohnen, nicht wenige jedoch in das arktische Gebiet,

manche auch in die Tropen, hineinreichen. So findet sich z. B. die hochstämmige, dem Wuchse nach einer Pyramidenpappel ähnliche Humboldt-Weide, S. Humboldtiana, in Südamerika; sie ist ein für Venezuela charakteristischer Baum. Die Kapweide, S. capensis, wächst am Kap und ist nur durch einige verwandte Arten in Angola, Sudan und Senegal mit dem europäischen Verbreitungsgebiet verbunden. Weitere Verwandte aus der gleichen Gruppe gibt es in Abessinien und Nubien, S. safsaf, sowie in Madagaskar, S. madagascariensis, während große Strecken im inneren Afrika, namentlich das eigentliche tropische Waldgebiet sowie die Wüsten, keinerlei Weiden beherbergen. Im tropischen Asien sind die Weiden nicht weit verbreitet: während der klimatisch zum kleineren Teile tropische Himalaja überaus reich an Weiden ist, sind nur ganz wenige Arten bis zum Dekhan und nach Südindien vorgedrungen; ebenso finden sich auf den Großen Sundainseln und den Philippinen nur einzelne Arten, während im östlichen Teil des Malaiischen Archipels sowie in Polynesien und Australien die Gattung völlig fehlt. Sehr reich an Weiden dagegen ist Ostasien, namentlich der nördliche, am Beringsmeer gelegene Teil, ebenso die gegenüberliegende Küste Nordamerikas. Interessant ist es, daß die tropischen Arten alle zu den Formen mit vielen Staubgefäßen gehören; da die tertiären Formen mit ihnen verwandt sind, darf man wohl annehmen, daß die Arten mit wenigen Staubgefäßen erst neuere Entwickelungen der Gattung darstellen.

Die Weiden sind botanisch eine besonders schwierig zu klassifizierende Gruppe, nicht nur wegen der Ähnlichkeit der Blatt- und Blütenformen der einzelnen Arten, sondern vor allem wegen der unendlichen Masse von Bastarden, die sich zwischen den einzelnen Arten gebildet haben und noch stets von neuem erzeugt werden. Die Gattung scheint für Kreuzbefruchtung besonders empfänglich zu sein, und das gesellige Wachstum der verschiedenen Arten in der Nähe von Bächen oder in feuchten Niederungen, wo sie geradezu bestandbildend auftreten und eine Salicetum genannte Formation ausmachen, gibt natürlich zur Fremdbestäubung die beste Gelegenheit. Es kommt hinzu, daß bei den Weiden die Bestäubung, bis auf die arktischen Formen, bei denen man Windbestäubung annimmt, durch Insekten vermittelt wird, im Gegensatz zu den Pappeln, die sämtlich Windblütler sind. In der Tat gehören, wovon man sich leicht überzeugen kann, die blühenden Weiden im Frühling zu den beliebtesten Weidegründen der Bienen und anderer Insekten. Sie locken diese durch ihren Wohlgeruch an und fesseln sie durch die reichliche Nektarabsonderung der kleinen gestielten Honigdrüsen ihrer Blüten; dafür tragen dann die Bienen den Blütenstaub der männlichen Pflanzen den häufig weit entfernten weiblichen Pflanzen der gleichen oder einer anderen Art zu.

Eine systematische Übersicht über die große Gattung zu geben, würde zu weit führen, gibt es doch allein in Deutschland 26 verschiedene Weidenarten; immerhin mag es von Interesse sein, wenigstens über die wichtigsten heimischen Weiden etwas zu erfahren.

Die meisten Weiden mit zahlreicheren Staubgefäßen bevorzugen wärmere Gebiete. In Deutschland findet sich aber in feuchten Laubwäldern und moorigen Gegenden die fünfmännige oder Lorbeerweide, S. pentandra (männliche Blüte: Abb. 122, F), die sowohl als kleines Zwergbäumchen als auch als 12 m hoher Baum vorkommt. Diese Weide hat ganz kahle, eiförmig-elliptische Blätter, gelbgrüne, vor der Fruchtreife abfallende Kätzchenschuppen und blüht verhältnismäßig spät, d. h. im Mai und Juni.

Drei Staubgefäße hat die Mandelweide oder besser mandelblätterige Weide, S. amygdalina oder triandra (Abb. 122, E), eine gemeine Uferweide mit nur anfangs seidenhaarigen, lanzettlichen oder länglichen Blättern, halb herzförmigen Nebenblättern und bis zur Fruchtreife bleibenden, an der Spitze kahlen, gelbgrünen Kätzchenschuppen; eine Form dieser Art fällt durch unterseits bläulichgrüne Blätter auf.

Die Bruchweide, auch Knackweide genannt, S. fragilis, ist ein hoher Baum, der häufig an Ufern und an Wegen angepflanzt wird. Sie hat gleichfalls kahle, aber lanzettliche, lang zugespitzte Blätter,

halb herzförmige Nebenblätter und meist zweimännige Blüten mit gelbgrünen, vor der Fruchtreife abfallenden Kätzchenschuppen. Der Name Bruchweide rührt daher, daß die Zweige dieser Art an ihrer Ansatzstelle leicht abbrechen.

Zwei Staubgefäße haben auch alle anderen deutschen Weiden, aber nur noch die Silberweide, S. alba (Taf. 25, a), sowie die eingeführte Trauerweide, S. babylonica, haben einfarbige Kätzchen-



Abb. 122: Weide (Salix).

A) Salix herbacea: 1) Zweig mit männlichem Blütenstand; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichem Blütenstand; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Frucht, vergrößert.
B) S. retusa: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) junge männliche Blüte, vergrößert; 3) ältere männliche Blüte, vergrößert; 4) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Frucht, vergrößert; 7) aufgesprungene Frucht, vergr.
C) S. reticulata: 1) Blatt mit männlichem Blütenstand; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) und 5) weibliche Blüten von verschiedenen Seiten, vergrößert.
D) S. caprea: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) und 3) männliche Blüten von verschiedenen Seiten, vergrößert; 4) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Frucht, vergrößert; 7) Same, vergrößert.
E) S. amygdalina: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichem Blütenstand; 4) weibliche Blüte, vergrößert.
F) S. pentandra: Männliche Blüte, vergrößert.

schuppen, die bei der ersteren vor der Fruchtreife abfallen. Sie besitzen schmale Blätter, die erstere beiderseits seidenhaarige, die letztere kahle und meergrüne; die erstere lanzettliche, die letztere zurückgekrümmte, schräg lanzettliche Nebenblätter. Beide sind wichtige Zierbäume.

Gewöhnlich als Sträucher, selten baumförmig treten auf die Purpurweiden, die Schimmelweiden, die Korbweiden, die Saalweiden, die Grauweiden und die Schwarzweiden. Der deutsche Vertreter der Purpurweiden, S. purpurea, ist leicht kenntlich durch die rot angelaufenen, dünnen Zweige mit scharfgesägten, lanzettlichen, vorn etwas breiteren kahlen Blättern, die zum Teil fast ganz miteinander verwachsenen Staubfäden, die roten, nach dem Verblühen schwarzen Staubbeutel und die



a) Silberweide (Salix alba). Nach Photographie von R. Heller in Wien.



b) Polarweide (Salix polaris).
Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.

filzigen Kapseln; diese Weide blüht früh und liebt Ufer und feuchte Gegenden. Auch die Schimmelweiden sind in Deutschland nur mit einer Art vertreten, der kellerhalsblätterigen Weide oder S. daphnoides, die dadurch leicht kenntlich ist, daß die Zweige schimmelartig, weißlich oder bläulich bereift, die jüngeren Äste und Blätter zottig behaart sind; die länglich-lanzettlichen Blätter sind drüsig gesägt und kahl, die Nebenblätter halb herzförmig. Sie liebt sandige Ufer und blüht früh, d. h. im März und April. Nahe verwandt ist die russisch-sibirische kaspische Weide oder S. pruinosa, die häufig als Flechtweide angebaut wird. In Deutschland sind die Korbweiden nur durch eine einzige Art, S. viminalis, vertreten, die durch lang zugespitzte, unterseits seidenhaarig glänzende Blätter gekennzeichnet ist. Sie hat schlanke, zähe Äste, lanzettlich-linealische Nebenblätter, sitzende Kätzchen und schwarzbraune Kätzchenschuppen mit silberweißen Haaren; sie blüht früh und ist eine der gemeinsten Uferweiden.

Reich vertreten ist in Deutschland die Gruppe der Salweiden; der Name kommt von dem althochdeutschen Worte salha für Weide. Besonders häufig ist die eigentliche Salweide, S. caprea, an feuchten Orten und in Wäldern (Abb. 122, D) sowie die aschgraue Salweide, S. cinerea, die sich auch an trockeneren Berghängen findet. Es sind meist hohe Sträucher mit steifen Ästen, ziemlich breiten, d. h. eiförmigen oder verkehrt-eiförmigen, unterseits graufilzigen Blättern, später gestielten Kätzchen mit an der Spitze gefärbten Kätzchenschuppen; die Nebenblätter sind gewöhnlich nierenförmig. Auf sumpfigen Wiesen und Mooren trifft man noch die Ohrweide, S. aurita, an, die gleichfalls zu dieser Gruppe gehört. Die anderen Arten sind weniger allgemein verbreitet.

Auch die Schwarzweiden, die ihren Namen daher haben, daß die Blätter der wichtigsten Art, S. nigricans, beim Trocknen schwarz werden, haben ziemlich breite, verkehrt-eiförmige oder eiförmig-lanzettliche Blätter. Außer der genannten Art gibt es noch zwei Vertreter in Deutschland, nämlich S. phylicifolia und arbuscula; beide leben im Gebirge, erstere als seltene Pflanze des Brockens und des Riesengebirges, letztere als Bewohnerin der Alpen und Voralpen. Beide werden auch angepflanzt. S. nigricans wächst sowohl im Gebirge als auch in der Ebene auf feuchten Wiesen und Brüchen. Die Blätter dieser Gruppe sind im Gegensatz zu denen der Salweiden meist beiderseits kahl und gewöhnlich unterseits bläulichgrün.

Sehr schmale, aber unterseits weißgraufilzige Blätter und gekrümmte, beinahe sitzende Kätzchen und halbverwachsene Staubfäden hat die Grauweide, S. cana, die nicht mit der aschgrauen Salweide, S. cinerea, verwechselt werden darf, übrigens eine mehr orientalisch-südeuropäische Weide, die in Deutschland nur in Schlesien wild, sonst ausschließlich, aber nicht allzu häufig, angepflanzt vorkommt.

Von den kleinstrauchigen Weiden wächst die heidelbeerblätterige Weide, S. myrtilloides, eine Pflanze mit stumpfen, ovalen oder elliptischen, graubläulichen, glanzlosen, kahlen Blättern, im östlichen Preußen, in Böhmen und Bayern in moorigen Waldsümpfen. Die kriechende Weide, S. repens, eine Art mit lineal-lanzettlichen oder ovalen, unterseits seidig behaarten oder grauen Blättern, ist in feuchten, sandigen oder moorigen Gegenden weitverbreitet. Die spießförmige Weide, S. hastata, mit lederigen elliptischen, kahlen Blättern und halb herzförmigen Nebenblättern, findet sich sowohl in den Alpen als auch sonst, wenngleich sehr zerstreut und selten, an sumpfigen Gebirgshängen.

Arktisch-alpin, vor der Eiszeit auch in Nordwestdeutschland heimisch gewesen, ist die lappländische Weide, S. lapponum, die unterseits mattfilzige, oberseits zuerst seidig-zottige, später runzelige Blätter besitzt. Im höheren Gebirge wächst sie als niedriges und stark verästeltes Gesträuch.

Zum Schluß sind noch die Gletscherweiden zu erwähnen, zwergige, am Boden hinkriechende Weiden der arktischen Gegenden und großenteils auch der Alpen, die sich auch dadurch von den übrigen Weiden unterscheiden, daß die Kätzchen aus den Endknospen, nicht aus Seitenknospen der vorjährigen Zweige hervorsprießen. In Deutschland sind sie durch die drei Arten: die netzaderige Weide, S. reticulata (Abb. 122, C), die gestutzte Weide, S. retusa (Abb. 122, B), und ihre Varietät, die thymianblätterige Weide, S. serpyllifolia, sowie endlich die krautige Weide, S. herbacea (Abb. 122, A), vertreten, von denen sich die ersten beiden nur in den Alpen finden, letztere auch im Riesengebirge und im Mährischen Gesenke vorkommt. Alle drei treten auch massenhaft im Norden Europas auf, wo sie große Strecken der Tundren überziehen, zusammen mit der jetzt ausschließlich arktischen Polarweide, S. polaris (Taf. 25, b), die während und unmittelbar nach der Eiszeit gleichfalls in Mitteleuropa weitverbreitet gewesen sein muß, wie die in Torfmooren und postglazialen Tonen erhaltenen Reste beweisen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Weiden beruht nur zum Teil in der Nutzbarkeit ihres Holzes, da dieses weich und wenig dauerhaft ist; immerhin wird es,

namentlich das der sogenannten Baumweiden, vor allem das von S. alba und S. fragilis, doch zu allerhand leichteren Geräten, Stielen, Körben, Holzschuhen, sowie in Form sehr dünner Holzstreifen zu Schachteln, Waschkörben usw. verwendet. Auch zur Bereitung von Schießpulver läßt es sich gut verwerten. Manche Weidenarten liefern als schnellwüchsige Pflanzen Brennholz in regelmäßigem Abtriebe. Der Bast wird zu allerhand Flechtwerk benutzt, auch zur Herstellung von Matten sowie als primitives Bindematerial. Die Rinde, die früher des in ihr enthaltenen bitteren, Salizin genannten Extraktivstoffes wegen unter dem Namen cortex salicis als Fiebermittel Verwendung fand, wird jetzt noch häufig zum Gerben benutzt, namentlich in Rußland bei der Herstellung des Juchtenleders. Zu den Gerberweiden gehören vor allem S. fragilis, alba, pentandra und caprea.



Abb. 123: Trauerweide (Salix babylonica), kultiviert. Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

Einige strauchförmige Weiden, namentlich S. viminalis, purpurea und amygdalina, dienen zur Uferbefestigung oder zur Festhaltung beweglichen Sandes; dem letztgenannten Zwecke dient namentlich die kaspische Weide, S. pruinosa.

Als Zierbaum kommt vor allem die Trauerweide, S. babylonica (Abb. 123), in Betracht, die durch ihre meergrünen Blätter auffällt. Sie stammt aus dem Orient, wo sie schon um das Jahr 1000 bekannt war. In Deutschland kennt man sie fast nur als weiblichen Baum, vermutlich weil alle Exemplare von einem einzigen, aus dem Orient eingeführten weiblichen Steckling abstammen. Sie ist eines der beliebtesten Friedhofsgewächse. Eine Form dieser Art, die sogenannte Napoleons- oder Lockenweide, hat gewellte Blätter; sie soll auf Napoleons Grab in St. Helena gepflanzt worden sein. Übrigens treten auch bei anderen Weiden Formen mit gewellten Blättern auf.

In Dörfern wird vor allem die Silberweide, Salix alba, angepflanzt, die man an den von anliegenden Seidenhaaren beiderseits bedeckten und dadurch silberglänzenden Blättern sowie an den häufig gelben oder sogar rötlichen Zweigen leicht erkennen kann. Von dieser Art gibt es gleichfalls Trauerformen mit hängenden Zweigen. Neuerdings ist auch eine kleinblätterige Form von S. purpurea als Trauerweide in Aufnahme gekommen.

Der Hauptnutzen der Weiden beruht auf der Verwertung ihrer rutenartigen jungen Zweige als Korbflechtmaterial und zu Bindezwecken; man unterscheidet Bind- und Korbweiden sowie die zu Faßreifen dienenden Bandstockweiden. Vor allem werden hierzu die Strauch- oder Buschweiden verwertet. Als Bindeweide ist die Mandelweide, S. amygdalina, und, namentlich auf Torfboden, die Purpurweide, S. purpurea, am empfehlenswertesten; die Hanfweide, S. viminalis, auch Band- oder Korbweide genannt, eignet sich mehr zu Bandstöcken und gröberem Flechtwerk. Auf schlechtem Sandboden wächst am besten die kaspische Weide, S. pruinosa, die zu allen Bindezwecken dienen kann. Außerdem werden noch verschiedene Weidenbastarde benutzt. Auch die Ruten der baumförmigen Weiden, vor allem von S. alba und S. fragilis, werden häufig als Bindewerk verwendet. Sie werden hierzu gewöhnlich in Form von Kopfweiden gezogen, indem man die 2—4 m langen Setzstangen köpft und dann die neuen Triebe alljährlich an ihrer Basis abschneidet. Oft zieht man beide Arten, ebenso wie die vorher angeführten, auch als Strauchweiden in sogenannten Weidenhegern, indem man die $^1/_2$ m langen Stecklinge nach der ersten Vegetationsperiode unten abschneidet und dann jährlich die sich neu bildenden, etwa $1^1/_2$ m langen Weidenruten aberntet. Der Handel mit den aus solchen Weidenruten geflochtenen Körben ist sehr bedeutend, insbesondere führen Deutschland und Galizien davon jährlich für viele Millionen Mark nach Amerika aus.

Reihe 4:

Myricales oder Gagelartige Gewächse.

Die Reihe der Myricales enthält nur eine einzige Familie, die der **Myricaceae** oder **Gagelgewächse**. Sie besteht aus über einem halben Hundert der einzigen Gattung Myrica oder Gagel angehörenden Sträuchern bzw. kleinen Bäumen, deren getrenntgeschlechtige Blüten zu kleinen Kätzchen oder Ähren vereinigt sind. Diese sind meist zweihäusig, tragen also entweder nur männliche oder nur weibliche Blüten; nur zuweilen sind sie einhäusig, und zwar stehen dann die männlichen Blüten im unteren Teile der Ährchen. Eine echte Blütenhülle fehlt, dagegen sind die Blüten gewöhnlich von mehreren Vorblättern umgeben und geschützt. Die Staubgefäße sind mehr oder minder zahlreich, die meist kurzen Staubfäden zuweilen miteinander verwachsen. Der Fruchtknoten umschließt nur eine einzige aufrechte Samenanlage und endet in einen kurzen Griffel, der zwei lange fadenförmige Narben trägt. Die Frucht ist eine kleine Steinfrucht mit einer oft sehr harten Innenschicht (Endokarp) und einer saftigen oder trockenen, häufig von bläulichweißem Wachs bedeckten Außenschicht. Der dünnwandige Same enthält kein Nährgewebe; die gewölbten Keimblätter des Embryos sind verhältnismäßig groß. Die aromatischen Blätter stehen abwechselnd und sind meist länglich, selten ganzrandig, gewöhnlich an der Spitze etwas gezähnt, oft aber auch gesägt oder sogar fiederförmig eingeschnitten. Für die ganze Familie ist das Auftreten von auf der Epidermis sitzenden gelblichen, ein wohlriechendes Harz enthaltenden Drüsen charakteristisch. Sie finden sich besonders häufig an den Knospen und jungen Blättern.

Daß diese Familie bessere Zeiten gesehen hat, geht aus den fossilen Resten der Tertiärperiode hervor, in der sie nördlich bis nach Grönland verbreitet war; auch aus der mittleren Kreide kennt man fossile Myrikazeen. Allein aus Europa, wo jetzt nur noch eine Art in den Mooren kümmerlich ihr Leben fristet, ist eine ganze Anzahl Blattreste bekannt, die man mit gutem Rechte der Familie, und zwar teilweise der durch fiederlappige

Blätter gekennzeichneten Sektion Comptonia, zuschreibt. Letztere kommt jetzt nur noch in Amerika mit der einzigen Art M. asplenifolia, dem milzfarnblätterigen Gagel (Abb. 124, B), vor. Manche der fossilen Blattreste wurden früher irrtümlicherweise für Proteazeen gehalten und trugen wesentlich zu der falschen Annahme bei, daß das tertiäre Mitteleuropa floristisch große Ähnlichkeit mit dem jetzigen Australien gehabt habe.



Abb. 124: Gagelgewächse (Myricaceae).

A) Myrica gale: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Zweig mit Fruchtständen; 7) Fruchtstand, vergrößert; 8) Frucht, vergrößert; 9) dieselbe, geöffnet; 10) Same, vergrößert; 11) Längsschnitte durch den Samen. B) M. asplenifolia: Zweig mit Blättern.

Am bekanntesten ist der echte Gagel, Myrica gale, auch Brabantiner Myrte genannt (Abb. 124, A), ein höchstens $1\frac{1}{2}$ m hoher, gewöhnlich aber viel kleinerer Strauch, der in der atlantischen Küstenzone von Südfrankreich über Holland und England bis Nordwestdeutschland sehr verbreitet, aber auch an der Ostsee, in Finnland, weiter in Rußland und Sibirien, dann am Stillen Ozean sowohl in Kamtschatka als auch in Sitcha anzutreffen ist. Durch Kanada zieht er sich bis zum Atlantischen Ozean und reicht südlich bis Virginia. Der echte Gagel ist ein zuweilen kleine waldartige Bestände bildender, besonders in Torfmooren und moorigen Heiden wachsender Strauch. Diesen Standorten sowie seiner Fähigkeit, starke Winterfröste zu überstehen, hat er es offenbar zu verdanken, daß er sich in einem so großen Gebiete, wenn auch an zerstreuten Plätzen, erhalten konnte. Sein Vorkommen an isolierten Orten, z. B. in der Niederlausitz, deutet auf eine früher noch weitere Verbreitung. In Norddeutschland war er schon in der Zwischeneiszeit verbreitet. Die Blüten entwickeln sich zeitig im Frühling, noch vor den Blättern. Bemerkenswert ist, daß die Wurzeln stets von kleinen Knöllchen bedeckt sind, die einen eigenartigen mikroskopisch kleinen Pilz, Frankia Brunchorstii, enthalten.

Die gerbstoffreiche Rinde wurde früher, in abgelegenen Gegenden wohl noch heute, in der Gerberei verwertet. Die Blütenknospen dienten zum Gelbfärben, die Blätter unter dem Namen Herba Myrti brabantini als Heilmittel. Werden letztere an Stelle von Hopfen beim Bierbrauen verwendet, so machen sie das Bier berauschend. In Norwegen soll man sogar den Rauchtabak durch Gagelblätter parfümieren. Die starkduftenden Zweige werden als Mottenmittel zwischen die Kleider gelegt.

Neuerdings hat man diese Art mit drei anderen dünnblätterigen als besondere Gattung Gale, desgleichen M. asplenifolia unter dem Namen Comptonia als Gattung abgetrennt.

Ein hübsches, bis 8 m hohes Bäumchen ist M. faya; ursprünglich auf den Azoren und den Kanarischen Inseln heimisch, kommt es auch auf der Iberischen Halbinsel verwildert vor. Durch recht wohlschmeckende Früchte mit rotem, saftigem Fleisch zeichnet sich die vom Himalaja bis nach Borneo verbreitete M. sapida aus.

Als Wachslieferanten kommen die Wachsbeeren genannten Arten in Betracht, sowohl amerikanische, wie M. caracasana in Venezuela und die in den Vereinigten Staaten auf Torfmooren wachsende M. cerifera, als auch südafrikanische Arten, unter ihnen namentlich M. aethiopica oder serrata und M. cordifolia, deren Wachsreichtum man neuerdings wieder betont hat. Die Wachsschicht der Früchte ist aber zu dünn, als daß sich ihre Einsammlung im großen lohnen würde, wenigstens nicht in Ländern, wo, wie in den angeführten, die Arbeitslöhne hoch sind. In den Verbreitungsgebieten dieser Pflanzen dürfte das grüne Wachs, das aus 87 Teilen Zerin und 13 Teilen Myrizin besteht, wohl noch zur Bereitung wohlriechender Kerzen dienen. Daß es aber von den Hottentotten wie Käse verspeist werde, mag, wenn es überhaupt wahr gewesen ist, jetzt wohl der Kulturgeschichte angehören.

Auch in Japan, China und Formosa sowie auf den Bergen Javas kommen Arten der Gattung Myrica vor, dagegen fehlt sie in Australien und an den übrigen Zentren der Reliktformen, wie in Madagaskar, Neukaledonien, Polynesien usw. Die Geschichte dieser Familie deutet also auf eine starke Entwickelung in erst verhältnismäßig kurz vergangenen Zeiten, so daß sich die Reste noch auf den großen Kontinenten haben erhalten können, namentlich dort, wo sie in Sümpfen, auf isolierten Inseln oder Berggipfeln natürlichen Schutz fanden.

Reihe 5:

Juglandales oder Walnußartige Gewächse.

Die einzige Familie der Juglandales, die der **Juglandaceae** oder **Walnußgewächse,** enthält sechs wenig artenreiche Gattungen, die ziemlich gleichmäßig über die Alte und die Neue Welt verteilt sind. Während die Gattungen Platycarya, Pterocarya und Engelhardtia altweltlich, die Gattungen Oreomunnea und Carya amerikanisch sind, ist die wichtigste Gattung, Juglans, die Walnuß, über beide Hemisphären verbreitet. Südlich über den Äquator hinaus geht nur die Gattung Engelhardtia mit einigen Arten auf den Großen Sundainseln, während sie sonst noch Indien und Südchina bewohnt. In den Tropen findet sich im übrigen noch eine Juglans-Art auf Jamaika. Die einzige Art von Oreomunnea bleibt auf Zentralamerika beschränkt. Die einzige Art von Platycarya ist ostasiatisch, die Gattung Pterocarya bewohnt Ostasien und Transkaukasien, Carya nur Nordamerika und Juglans den größeren Teil der nördlichen gemäßigten Zone.

Deutet schon dieses zerstreute Vorkommen auf eine im Abstieg begriffene Familie, so zeigen auch die vielen fossilen Reste, daß es sich um eine alte und weitverbreitete Familie handelt, die schon in der jüngeren Kreidezeit in Europa auftritt und in der Tertiärzeit weit nördlich, bis Grönland, Alaska und Sachalin, reichte, und zwar merkwürdigerweise mit einer unserer Walnuß sehr nahestehenden Art (Juglans acuminata). Dabei ist es von Interesse, daß in der Tertiärzeit in Mitteleuropa auch Arten von Gattungen auftraten, die jetzt nur noch weit entfernt von dort vorkommen, wie die nordamerikanische Gattung Carya, die südostasiatische Gattung Engelhardtia, die Transkaukasien nach Westen hin nicht überschreitende Pterocarya. Die jetzt einzige Walnuß Europas, Juglans regia, existierte wahrscheinlich auch damals und wurde durch die Eiszeit über die Alpen zurückgedrängt bzw. erhielt sich nur dort.

Die Walnußgewächse sind ausschließlich Bäume, die zum Teil recht hoch werden und unpaarig gefiederte Blätter besitzen, deren meist große Fiedern in der Regel ungezähnt sind. Ihre Blüten sind ziemlich einfach gebaut, ohne oder meist mit einer einfachen Blütenhülle. Männliche und weibliche Blütenstände sitzen getrennt an denselben Bäumen; die männlichen bilden größtenteils lange, hängende Ähren, die weiblichen sind verschieden gestaltet: bei Pterocarya und Engelhardtia bilden sie gleichfalls lockere Ähren, bei Pterocarya Zapfen, bei Juglans und Carya aber aufrechte, wenigblütige Ähren. Während die männlichen Blüten eine größere Anzahl Staubgefäße aufweisen, enthalten die weiblichen einen einfächerigen Fruchtknoten mit einer einzigen grundständigen, geradläufigen Samenanlage

(Abb. 126, A 1—4). Der kurze Griffel trägt zwei oder vier gewöhnlich kurze Narben. Die Frucht, eine Nuß oder Steinfrucht, hat oft eine fleischige oder lederige Außenschale, die zuweilen, wie bei Carya, bei der Reife in vier Klappen aufspringt (Abb. 126, C), ferner eine meist harte Innenschicht (Endokarp) und einen Samen, der durch unvollständige Scheidewände mehr oder weniger tief in zwei bis vier Teile geteilt ist (Juglans, Carya, Abb. 126, A 6, B 2, D). Die Samenschale ist dünn, Nährgewebe ist nicht vorhanden, die Keimblätter sind meist dickfleischig, oft aber auch nur blattartig und gewöhnlich runzelig oder zusammengefaltet. Der Charakter einer Nuß wird häufig äußerlich dadurch verdeckt, daß die Vorblätter (Platycarya, Abb. 127, C; Pterocarya, Abb. 127, A 6) oder dazu auch noch das Deckblatt der Frucht (Engelhardtia, Abb. 127, B) zu flügelartigen Gebilden auswachsen. Wie wir schon oben (S. 312 und Abb. 76, L) gesehen haben, dringt der Pollenschlauch nicht von dem Eimunde, sondern von der Chalaza genannten Anheftungsstelle aus in die Samenanlage ein; die Familie würde also, wenn diese Befruchtungsweise bei ihr eine allgemeine Erscheinung darstellt, zu den sogenannten Chalazogamen gehören. Die Verwandtschaftsverhältnisse der Walnußgewächse weisen auf die Myrikazeen hin, anderseits sind auch gewisse Ähnlichkeiten mit den Kupuliferen, d. h. Buchen, Kastanien und Eichen, vorhanden, aber trotzdem handelt es sich um eine gut in sich geschlossene Familie bzw. den Rest einer solchen.

Die wichtigste Gattung ist Juglans, der Walnußbaum, deren etwa acht Arten größerenteils nordamerikanisch sind; eine Art wächst in der Mandschurei, eine auf Jamaika, eine in Kalifornien. Der kalifornische Walnußbaum, J. californica (Abb. 125), stellt eine vorzügliche Pfropfunterlage für unsere Walnuß dar.

Von den Arten der westlichen amerikanischen Staaten sind die schwarze und die graue Walnuß, J. nigra und J. cinerea, hervorzuheben, da sie das als Möbelholz wichtige amerikanische Nußbaumholz liefern, während ihre Nüsse minderwertig sind. Sie werden oft in europäischen Parkanlagen und Gärten als Zierbäume kultiviert, wachsen schnell, auch auf schlechtem Boden, und dienen der echten Walnuß häufig als Pfropfunterlage.

Der echte oder gemeine Walnußbaum, auch Welscher Nußbaum genannt (Abb. 126, A), führt seinen ihm von Linné gegebenen lateinischen Namen Juglans regia, die königliche Walnuß, nicht mit Unrecht. Denn er ist ein schöner, 15—20 m hoher, 70—80 Jahre lebender schattiger Baum mit weit ausladenden Ästen. Während er vor der Eiszeit selbst im westlichen Mitteleuropa verbreitet war, findet er sich jetzt nur in Griechenland, Vorderasien sowie vom Himalaja bis Birma wild. In größeren Massen tritt er vor allem in den Wäldern südlich des Schwarzen Meeres, in Armenien, Transkaukasien, im nördlichen Persien und im westlichen Himalaja auf, hier in Höhen von 1000—2500 m. Durch die Kultur hat er sich dann weiter verbreitet; so gedeiht er besonders gut im Gebiete der Alpen, wo er z. B. in der Schweiz im Norden bis 830 m, im Süden bis 1200 m ins Gebirge steigt. Häufig benutzt man ihn als sehr schattigen Alleebaum. Nördlich reicht sein jetziges Wachstumsgebiet in Westeuropa bis zum 56. Breitengrad. Leider nimmt er in Deutschland an Zahl immer mehr ab, da er auf Feldern zu viel Platz beansprucht und seines wertvollen Holzes wegen von den Besitzern oft an herumreisende Holzhändler verkauft wird, ohne daß für Nachwuchs gesorgt würde.

Er hat in der Kultur außerordentlich viel Varietäten gebildet, sowohl was Wuchs und Blattform betrifft, als auch hinsichtlich der Mannigfaltigkeit der Früchte. Man zieht Sorten mit hängenden Zweigen und strauchartige Formen, die man sogar als schnellwachsende und reichlich tragende Heckenpflanzen benutzen kann. Es gibt Varietäten mit zerschlitzten oder gezähnten Blättern, anderseits solche mit ungefiederten, einfachen oder auch gedreiten Blättern. Die Fiederblättchen sind bei manchen Sorten schmal, bei anderen fast rund. Neben frühblühenden Sorten findet sich die spätblühende sogenannte Johannisnuß. Bei einzelnen Varietäten sitzen männliche und weibliche Blüten an denselben Ähren, andere tragen die Früchte an langen Ähren (Traubennuß). Es gibt hart- und dünnsamige Arten, bis 10 cm lange und 7 cm breite Riesennüsse und wiederum ganz kleine, schon im dritten Jahre Ertrag gebende und daher für den Hausgarten zu empfehlende Zwergnüsse. Nüsse mit roter oder mit weißer Samenhaut kommen vor, ebenso ölreiche sogenannte Ölnüsse und aromatische sogenannte Dessertnüsse.

Jedermann kennt eine Anzahl Verwendungsarten der Nuß. Am wohlschmeckendsten ist sie zweifellos frisch genossen, nach Entfernung der leicht ablösbaren bitteren Samenhaut; getrocknet verliert die Haut ihre Bitterkeit, löst sich dann aber schwer von dem Kern. Massenhaft wird die Nuß in der Konditorei verwertet, zu Nußtorte, Nußeis, Nußcreme oder auch kandiert. Besonders die noch weichen, unreifen Nüsse werden mit ihrer Schale gern in Zucker eingelegt und liefern, mit Branntwein ausgezogen, den sogenannten Nußlikör. Das sehr reichlich (bis 50 Prozent) in der Walnuß enthaltene grünliche und geruchlose fette Öl dient gelegentlich als wohlschmeckendes Speiseöl, wird aber leicht ranzig; früher wurde es, da es sehr schnell trocknet, sogar schneller als Leinöl, auch als Firnis und bei der Herstellung von Ölfarben benutzt.

Die Fruchtschalen sind durch Gerbstoff adstringierend und enthalten einen bitteren Extraktivstoff, der als Extractum nucis juglandis gegen Würmer, namentlich gegen Spulwürmer, Verwendung findet.



Abb. 125: Kalifornischer Walnußbaum (Juglans californica), 20 Jahre alt, in Kalifornien. Nach Photographie von A. Aaronsohn.

Auch eine braune Farbe gewinnt man durch Abkochung der grünen Fruchtschalen mit Alaun, die zum Färben, besonders von Holz, benutzt wird und den Tischlern zur Herstellung von Nußbeize dient. Schon beim Pflücken der Nüsse macht sich der braune Farbstoff an den Händen unangenehm bemerkbar; in geringerem Grade kann er übrigens auch aus den Blättern und der Rinde des Nußbaumes gewonnen werden. Häufig werden aus ihm, besonders aus dem von Walnußblüten herrührenden, Haarfärbemittel hergestellt, die vor anderen Präparaten den Vorzug haben, daß sie unschädlich sind.

Von höherer Bedeutung ist das Walnußholz, das in großen Mengen aus Italien, Kleinasien und dem Kaukasus in den Handel kommt. Als junges Holz weiß und weich, wird es später braun, hart und feinporig und zeichnet sich oft durch schöne Maserung aus. Besonders gut nimmt es Politur an und ist eines der besten Möbel- und Furnierhölzer, die es gibt. Infolge des großen Bedarfes werden die Wälder freilich stark ausgelichtet, und die Zeit ist nicht mehr fern, wo dieses Holz ein seltener Artikel werden wird, es sei denn, daß man sich dazu entschließt, die Wälder des Himalajas für den europäischen Bedarf auszunutzen. Das amerikanische Walnußholz wird häufig mit dem des echten Walnußbaumes verwechselt; nach Charakter und Verwendung ist es dem altweltlichen Walnußholz ebenbürtig an die Seite zu stellen. Es ist sehr haltbar und unterliegt nicht dem Wurmfraß; schlecht getrocknetes Holz springt zwar leicht, gut bearbeitetes aber gewinnt mit zunehmendem Alter an Schönheit.

Die Gattung Carya oder Hickorynußbaum, die mit etwa zehn Arten in Nordamerika zu Hause ist, vertritt dort ihrer schmackhaften Nüsse wegen gewissermaßen unsere Walnuß.

Besonders werden die sogenannten Pekannüsse des olivenförmigen Hickorynußbaumes, C. oliviformis (Abb. 126, B), aus Texas, Missouri und Louisiana, sowie des weißen Hickorynußbaumes, C. alba (Abb. 126, C), aus den atlantischen Staaten, sehr geschätzt und jetzt sogar gelegentlich nach Europa ausgeführt. Die Früchte des gleichfalls in den atlantischen Staaten wachsenden Ferkelnußbaumes, C. porcina (Abb. 126, D), dienen nur als Viehfutter. Auch das Holz der meisten Carya-Arten hat guten Ruf, so wird z. B. das harte und doch elastische Holz von C. oliviformis besonders zum Wagenbau benutzt. Die Blätter



Abb. 126: Walnußartige Gewächse (Juglandales).

A) Juglans regia: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen; 2) u. 3) männliche Blüte, vergr.; 4) weibliche Blüte im Längsschnitt, vergr.; 5) Frucht nach Entfernung der einen Hälfte der Fruchtschale; 6) Nuß im Längsschnitt, nach Entfernung der einen Hälfte der Scheidewand. B) Carya oliviformis: 1) Nuß; 2) Nuß im Querschnitt. C) C. alba: Nuß in der aufgesprungenen Fruchtschale. D) C. porcina: Nuß im Querschnitt.

der Carya-Arten finden in der Volksmedizin Verwendung, die Rinde von C. alba dient zum Gelbfärben. In Deutschland pflanzt man die Carya-Arten häufig in Anlagen und Gärten, wo sie sich als schöne hohe und schattige Bäume bewähren.

Die Gattung Pterocarya oder Flügelnußbaum hat sich in wenigen Arten in Ostasien gehalten, während der kaukasische Flügelnußbaum, P. fraxinifolia (Abb. 127, A), als westlichste Reliktform dieser früher weit verbreiteten Gattung anzusehen ist. Wegen seines schönen Wuchses, und da er fast bis zum Boden reichbelaubt bleibt, wird er als ganz besonders wirkungsvoller Solitärbaum oft auf den Rasenplätzen unserer Parkanlagen gepflanzt; er verwildert übrigens leicht.

Die übrigen Gattungen haben bis jetzt nur geringe wirtschaftliche Bedeutung. Das Holz von Engelhardtia und Platycarya dient in ihrer Heimat als Nutzholz.

Reihe 6:

Balanopsidales oder Scheineichelartige Gewächse.

Die Reihe der Balanopsidales enthält gleichfalls nur eine einzige Familie, die der **Balanopsidaceae** oder **Scheineichelgewächse**, die ihrerseits nur die Gattung Balanops



Abb. 127: Walnußartige Gewächse (Juglandales), Scheineichelartige Gewächse (Balanopsidales) und Hakennarbenartige Gewächse (Leitneriales).

A) Pterocarya fraxinifolia: 1) Zweig mit männlichem und weiblichem Blütenstand; 2) u. 3) männliche Blüten, vergrößert; 4) weibliche Blüten, vergrößert; 5) weibliche Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 6) Teil des Fruchtstandes mit zwei Früchten. B) Engelhardtia spicata: Frucht. C) Platycarya strobilacea: Fruchtstand und Samen. D) Balanops Vieillardii: 1) Männliche Blütenstände; 2) männliche Blüten, vergrößert; 3) Zweig mit Frucht; 4) Frucht im Längsschnitt. E) Balanops Pancheri: 1) Weiblicher Blütenstand; 2) derselbe im Längsschnitt, vergrößert. F) Leitneria floridana: 1) Zweig mit weiblichem Blütenstand; 2) weibliche Blüten, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 5) Frucht im Querschnitt, vergrößert.

oder Scheineichel umfaßt. Mit nur sieben Arten bewohnt sie Neukaledonien und ist durch ihre äußerlich eichelförmigen Früchte gekennzeichnet; daher ihr Name. Doch sind die Früchte ganz anders als die wirklichen Eicheln gebaut: es sind zweifächerige Steinfrüchte

mit mehreren Samen ohne Nährgewebe. Die männlichen, im wesentlichen aus einem Staubgefäßbüschel bestehenden Blüten sind zu lockeren Ähren angeordnet, die weiblichen sitzen einzeln an den Zweigen und sind von zahlreichen Schuppen umgeben, aus denen die fadenförmigen Narben weit herausragen (Abb. 127, D). Die Arten sind sämtlich Holzgewächse, meist Sträucher, mit lederigen, ungezähnten, glänzenden und fast kahlen, abwechselnd oder fast quirlig stehenden Blättern. Einen wirtschaftlichen Wert scheint diese auf dem Aussterbeetat stehende Familie nicht zu haben.

Reihe 7:

Leitneriales oder Hakennarbenartige Gewächse.

Die Reihe der Leitneriales umfaßt nur die Familie der **Leitneriaceae** oder **Hakennarbengewächse** mit der einzigen Gattung Leitneria oder Hakennarbe und zwei strauchförmigen Arten, von denen die eine, die floridanische Hakennarbe, L. floridana (Abb. 127, F), in brackigen Sümpfen Floridas, die andere in Texas lebt. Die männlichen wie die weiblichen Blüten sitzen an gesonderten Blütenständen; erstere entbehren einer Blütenhülle, letztere sind von schuppenartigen Blättchen umhüllt. Der Griffel läuft in eine lange, hakig eingekrümmte Narbe aus; der Fruchtknoten enthält nur eine einzige Samenanlage und wächst zu einer nur wenig Nährgewebe enthaltenden Steinfrucht aus. Irgendeinen wirtschaftlichen Wert hat dieses offenbare Überbleibsel aus früheren Zeiten nicht, es sei denn, daß das Holz von L. floridana gelegentlich benutzt wird; es ist das leichteste aller sogenannten Korkhölzer mit einem spezifischen Gewicht von nur 0,21.

Reihe 8:

Batidales oder Spatelfadenartige Gewächse.

Die Reihe der Batidales enthält gleichfalls nur eine einzige Familie, die der **Batidaceae** oder **Spatelfadengewächse**. Die einzige Gattung dieser Familie, Batis oder Spatelfaden, umfaßt als einzige Art den Strand-Spatelfaden, B. maritima. Es ist ein in Amerika weitverbreitetes kleines, holziges Strauchgewächs, das von Florida bis nach Brasilien und anderseits in Kalifornien und den Sandwichinseln vorkommt und durch seine länglich-linealen, plankonvexen, dicken, gegenständigen Blätter die Anpassung an den salzigen Boden deutlich verrät. Die getrenntgeschlechtigen Blütenstände stehen in den Blattachseln als kleine längliche Kätzchen; die männlichen Blüten haben eine becherförmige, beim Aufblühen zerschlitzende Blütenhülle, vier Staubgefäße und ebenso viele häutige, spatelförmige, dünngestielte Staminodien. Die weiblichen Blüten entbehren jeglicher Hülle und tragen einen zweifächerigen Fruchtknoten mit je zwei am Grunde befestigten, umgewendeten Samenanlagen in jedem Fache. Der kurze, fast nur durch die zweilappige Narbe gebildete Griffel bleibt auch an der fleischigen Frucht, deren keulenförmigen, von häutigen Schalen bedeckten Samen das Nährgewebe fehlt. Ein wirtschaftlicher Wert kommt dem Strauche nicht zu; daß seine Asche auf den Antillen zur Glasbereitung diente, dürfte einer längst vergangenen Zeit angehören.

Ob die Familie nicht die stark reduzierte Form eines höher entwickelten Typus darstellt, muß unentschieden bleiben. Bis vor kurzem hat man sie in die Nähe der Amarantazeen und Chenopodiazeen gestellt; dieser Auffassung neigt auch der Verfasser zu, und zwar besonders deshalb, weil die Staminodien doch eine Bildung sind, die eine etwas höhere Entwickelung verraten.

Reihe 9:

Garryales oder Becherkätzchenartige Gewächse.

Die Reihe der Garryales enthält die einzige Familie der **Garryaceae** oder **Becherkätzchengewächse,** deren einzige Gattung Garrya oder Becherkätzchen mit etwa 17 strauchförmigen Arten im südlichen Nordamerika und in Mexiko heimisch ist; eine Art wächst auf Jamaika. Die immergrünen, meist lederigen, gestielten, zuweilen gezähnelten Blätter stehen gegenständig. Die eingeschlechtigen Blüten bilden kätzchenartige Rispen. Sie werden von vier Blütenhüllblättern und vier mit ihnen abwechselnden Staubblättern gebildet; die männlichen sind gestielt und entspringen zu mehreren den zu Bechern miteinander verwachsenen Kätzchenschuppen. Die weiblichen, in ähnlicher Weise angeordneten Blüten sind hüllenlos, kurz gestielt oder sitzend und bestehen aus einem einfächerigen Fruchtknoten mit zwei von dessen Spitze herabhängenden Samenanlagen sowie zwei pfriemlichen Griffeln. Die eiförmigen oder fast kugeligen, dünnschaligen Früchte enthalten einen oder zwei Samen mit fleischigem Nährgewebe und kleinem, dem Nährgewebe an der Spitze eingebettetem Embryo. Einen Nutzen hat die Familie nicht.

Reihe 10:

Julianales oder Flügelstielartige Gewächse.

Zu der einzigen Familie dieser Reihe, den **Julianaceae** oder **Flügelstielgewächsen,** gehören zwei Gattungen von Holzgewächsen mit meist gefiederten, am Ende der Zweige zusammengedrängten, unterseits graufilzigen Blättern. Von den zweihäusigen kleinen Blüten stehen die männlichen zahlreich zu Rispen angeordnet und haben vier bis acht häutige Blütenhüllblätter sowie ebenso viele Staubgefäße. Die weiblichen sitzen zu vieren nebeneinander an einem achselständigen, keulenförmigen, unterwärts zusammengedrückten und flügelförmig verbreiterten Stiele; sie haben keine Blütenhülle. Der einfächerige, einen spatelförmigen Griffel tragende Fruchtknoten enthält eine von nur einem Integument umgebene Samenanlage, die auf einem becherförmig erweiterten Nabelstrange sitzt. Von den beiden Gattungen findet sich die eine, Juliania oder Flügelstiel, mit ihren vier Arten in Mexiko, die andere, monotype, in Peru. Von einem Nutzen der Reihe ist nichts bekannt.

Reihe 11:

Fagales oder Buchenartige Gewächse.

Die Reihe der Fagales umfaßt zwei wichtige Familien, die der **Betulaceae** oder **Birkengewächse** und die der **Fagaceae** oder **Buchengewächse.** Die nähere Verwandtschaft dieser Reihe ist bei den Juglandales und Myricales zu suchen, doch hat sie nicht, wie letztere, nur eine grundständige Samenanlage in jedem Fruchtknoten, sondern mehrere; auch ist der Fruchtknoten mehr oder weniger vollständig gefächert, mit zwei hängenden Samenanlagen in jedem Fache. Die Früchte sind nußartige Schließfrüchte mit je einem Samen ohne Nährgewebe.

Familie 1: **Betulaceae** oder **Birkengewächse.**

Die Familie der Betulaceae, zu der die Haselnuß, die Hainbuche, die Hopfenbuche, die Birke und die Erle gehören, ist auf die nördliche Hemisphäre beschränkt und reicht kaum in das Tropengebiet hinein. In der Alten Welt bildet der Himalaja so ziemlich die südliche Grenze der Erlen und Birken; in Amerika reichen Hain- und Hopfenbuche

südlich bis Mexiko, die Erle geht sogar längs der Kordilleren bis Argentinien. Abgesehen von der Gattung Ostryopsis, die mit ihrer einzigen Art in der östlichen Mongolei heimisch ist, bewohnen sämtliche Gattungen sowohl Europa und Asien als auch Nordamerika. Die zahlreichste ist die Birke mit 33 Arten, dann folgt die Hainbuche mit 18 Arten, die Erle mit 17, die Haselnuß mit 7 und die Hopfenbuche mit nur 2 Arten, von denen die eine altweltlich, die andere amerikanisch ist.

In der Tertiärzeit muß die Familie eine viel größere Bedeutung gehabt haben. Sind doch allein über 40 Birken, mehr als 30 Erlen, 25 Hainbuchen und sogar 6 Hopfenbuchen aus dieser Periode beschrieben, die zum Teil die arktischen Gebiete bewohnten, und von denen einige den jetzt lebenden Arten recht ähnlich sind. Selbst aus der Kreidezeit sind Erlen und, wenn auch nicht sicher, Birken bekannt. Trotzdem wäre es irrig, anzunehmen, daß diese Familie dem Aussterben entgegenginge: sie umfaßt zum Teil besonderen Lebensverhältnissen so vorzüglich angepaßte Gewächse, wie die Erlen und die Birken, in gewissem Sinne auch die Hainbuchen und die Haselnüsse, daß man wohl wird annehmen dürfen, sie werden auch weiterhin noch eine große Rolle in der Vegetation der gemäßigten Zone spielen.

Die Blüten stehen in getrenntgeschlechtigen Kätzchen, jedoch finden sich, wie bei den Walnußgewächsen und im Gegensatz zu den Weiden, männliche und weibliche Blütenstände an denselben Pflanzen. Die Blütenhülle ist, wenn überhaupt vorhanden, stets unscheinbar und mangelhaft ausgebildet und besteht dann gewöhnlich nur aus Schüppchen. Die Staubbeutel sind häufig bis auf die Ansatzstelle am Staubfaden in zwei Hälften geteilt. Bei Haselnuß, Hain- und Hopfenbuche fehlt den männlichen, bei Birke und Erle den weiblichen Blüten die Blütenhülle, bei letzteren umfaßt jedes Deckblatt des männlichen Kätzchens mehrere, bei ersteren nur je eine Blüte. Wo Blütenhüllen auftreten, sind sie hochblattartig, häufig vereintblätterig. Die männlichen Blüten haben zwei bis zehn Staubgefäße mit meist gespaltenen Staubbeuteln. Die weiblichen Blüten enthalten einen am Grunde zweifächerigen, oben in zwei pfriemliche Griffel auslaufenden Fruchtknoten, der zwei hängende, umgewendete Samenanlagen umschließt, die von nur einem Integument umgeben sind und meist chalazogam befruchtet werden. Die Fruchtknoten wachsen zu Schließfrüchten mit einem nährgewebelosen Samen aus. Bei der Birke und der Erle sitzen die mehr oder weniger geflügelten Früchte frei innerhalb der miteinander verwachsenden Deck- und Vorblätter, bei der Hainbuche sind die Vorblätter zu einem der Frucht schwach angewachsenen, großen flügelartigen Gebilde verbunden, bei der Hopfenbuche umhüllen sie die Frucht als aufgedunsener, nur oben offener Sack, bei der Haselnuß endlich bilden sie eine die Nuß umgebende, bei manchen Arten (Corylus rostrata) in eine Röhre ausgezogene Hülle. Von den Fagazeen unterscheiden sich die Betulazeen durch die Zweizahl der Griffel und der Fächer des Fruchtknotens sowie durch das einfache Integument der Samenanlage.

Die Betulazeen sind sämtlich Holzgewächse, Bäume oder Sträucher, zuweilen sogar Zwergsträucher mit im Winter abfallendem Laube und einfachen, wechselständigen, fiedernervigen, gewöhnlich mehr oder weniger gezähnten oder gezackten dünnen Blättern und früh abfallenden Nebenblättern.

Die Gattung Carpinus oder Hainbuche ist im wesentlichen altweltlich. Von ihren zwölf Arten kommen allein vier in Japan vor, zwei andere in der gemäßigten Zone des Himalajas; C. orientalis bewohnt Südeuropa und Vorderasien bis zum Kaukasus und nach Persien hin, C. caroliniana, die von der mitteleuropäischen Art kaum verschieden ist, das ganze östliche Nordamerika von Kanada bis Florida, Louisiana und St. Louis.

In Mitteleuropa ist nur die gemeine Hainbuche, C. betulus (Abb. 128, A), auch Hagebuche, Hornbaum, Weißbuche genannt, einheimisch, die in Norddeutschland schon für die Zwischeneiszeit festgestellt wurde. Der Artname kommt von der Ähnlichkeit mit der Birke, Betula, und in der Tat ähnelt das Blatt sowohl dem der Birke als auch dem der Buche, bezüglich der Gesamtform mehr dem der letzteren, hinsichtlich der Zähnelung und der Nervatur mehr dem der ersteren. Übrigens sind die Blätter an ihrer auffallend starken Faltung zwischen den Seitennerven und dem doppelt gesägten Rand stets leicht zu erkennen. Sehr charakteristisch sind auch die großschuppigen männlichen Kätzchen, die an der Spitze lang behaarten, bis auf den Grund zweiteiligen Staubbeutel, vor allem aber die bei dieser Art tief dreilappige krautige, von den verwachsenen Vorblättern gebildete Hülle der einzelnen Früchte, die diese nur sehr unvollkommen umschließt und nur der Analogie wegen als Becher oder Kupula bezeichnet wird.

Die gemeine Hainbuche ist ein 7—14 m hoher, also kleinerer oder mittelhoher Baum der Laubwälder und Gebüsche, der in Mittel- und Südeuropa heimisch ist, über den Kaukasus bis nach Persien



Abb. 128: Hainbuche (Carpinus) und Hopfenbuche (Ostrya).

A) Carpinus betulus: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte; 3) Staubgefäße, vergrößert; 4) Deckblatt mit weiblichen Blüten, vergrößert; 5) Fruchtknoten, vergrößert; 6) flügelartig verwachsene Vorblätter mit Frucht; 7) Frucht, vergrößert; 8) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 9) Frucht im Querschnitt, vergrößert. B) Ostrya carpinifolia: 1) Zweig mit Fruchtstand; 2) Vorblätter, sackförmig verwachsen, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert.

reicht und hier und da sogar waldbildend auftritt. In den Alpen findet er sich nur in der Hügel- und der unteren Montanregion, wo er bis etwa 800 m aufsteigt. In Deutschland wird die Hainbuche, die im April und Mai blüht, gern als Heckenpflanze und in Gärten zur Anlage von Lauben verwendet, da sie die Beschneidung der Äste gut verträgt, leicht wieder ausschlägt und so eine dichte Verästelung bildet. Die häufig auftretenden Hexenbesen der Hainbuche (Abb. 22, E, S. 111) werden von dem Pilz Taphria carpini verursacht. Wegen der vollen Laubkrone ist der Baum ferner in Parken beliebt, und die Gärtner haben es verstanden, sogar Hängeformen und solche mit eichenähnlichen Blättern zu züchten. Auch als Kopfbaum (Kopfbuche) wird die Hainbuche wegen der Leichtigkeit, mit der sie immer neue Schosse treibt, benutzt, zumal ihre Blätter von Schafen, Ziegen und Pferden gern als Futter genommen werden.

Das Holz wird wegen seiner Dauerhaftigkeit und Härte sehr geschätzt, besonders von Drechslern und Wagnern; es wird zu Walzen, Pressen, Schrauben, Stielen von Geräten verwertet, namentlich auch für Mühlenkammräder. Zur Herstellung großer Bretter usw. ist es weniger geeignet, da es krumm wächst und sich schwer spalten läßt.

Die Gattung Ostrya oder Hopfenbuche unterscheidet sich leicht von der Hainbuche durch die nierenförmigen Schuppen der männlichen Kätzchen sowie die zu einem vollständigen,

dünnhäutigen Sacke verwachsene Fruchthülle, die als blasiges, nur an der Spitze offenes Gebilde die am Grunde sitzende Frucht einhüllt. Ihren Namen hat sie von dem an Hopfenzapfen erinnernden Fruchtstand, während die lateinische Bezeichnung, die von dem griechischen Wort für Auster (Schale, Schuppe) stammt, sich auf die Form der Fruchthüllen bezieht.

In Europa ist die europäische Hopfenbuche, O. carpinifolia (Abb. 128, B), verbreitet. Sie hat, wie schon der Name sagt, der Hainbuche ähnliche Blätter, ist hauptsächlich in Südeuropa und im Orient heimisch, reicht aber nördlich bis zur südlichen Schweiz sowie nach Tirol und Steiermark, wo sie an sonnigen Hängen, besonders auf Kalk, bis zu 1000 m Höhe ansteigt; in Deutschland findet sich der 9—18 m hohe Baum nur in Kultur. Die zweite Art, die amerikanische Hopfenbuche, O. virginica, die jedoch von manchen Forschern für identisch mit O. carpinifolia gehalten wird und sich nur durch ganz unwesentliche Merkmale, unter anderen durch rote Herbstfärbung, von ihr unterscheidet, kommt nicht nur im atlantischen Nordamerika vor, sondern auch in Mexiko und Japan, was ebenso wie der Fund einer tertiären Art der Gattung in Grönland auf eine früher weit größere Verbreitung hindeutet. O. virginica glaubt man sogar schon im japanischen Tertiär nachgewiesen zu haben.

In Europa ist die Hopfenbuche vermutlich erst durch die Eiszeit auf den Süden beschränkt worden; daß es ihr nicht gelungen ist, später Mitteleuropa wiederzuerobern, deutet auf geringe Ausbreitungskraft hin. Auch ihr fast ausschließliches Vorkommen in gemischten Laubwäldern, ohne daß sie besondere Anpassungen erlangt hätte, macht sie für den Kampf ums Dasein nicht gerade geeignet. Im Gegensatz zu den meisten anderen Gattungen dieser Familie hat also die Hopfenbuche als wilde Pflanze für die Zukunft keineswegs günstige Aussichten. Dagegen dürfte sie der Mensch wegen ihres wertvollen Holzes vielleicht mehr als bisher in Kultur nehmen; denn dieses feinporige, feste, rosafarbene Holz, das dem Birnbaumholz ähnelt, eignet sich vorzüglich für Drechslerarbeiten.

Die Gattung Corylus oder Haselnuß ist zwar nicht sehr artenreich, aber mit Ausnahme des westlichen Amerikas und der trockenen Teile Innerasiens über die ganze nördliche gemäßigte Zone verbreitet. Von ihren sieben Arten sind zwei, C. americana und C. rostrata, im östlichen Nordamerika heimisch; C. heterophylla wächst in Ostasien, C. ferox im zentralen und östlichen Himalaja, C. colurna reicht von Südungarn bis zum östlichen Himalaja, C. pontica bewohnt Westasien und C. maxima Teile von Südosteuropa. Nur C. avellana hat sich über fast ganz Europa, Algerien, Kleinasien und Nordsyrien ausgebreitet.

Daß die Gattung ein bedeutendes Alter besitzt, ohne merkliche Veränderungen erlitten zu haben, beweisen fossile Reste der mittleren Tertiärzeit, sogar aus arktischen Gebieten.

Auch die lebenden Arten sind einander recht ähnlich. Die Blattform zeigt nur geringe Unterschiede, die Fruchthülle aber hat mannigfaltigere Gestalt, indem sie sich z. B. bei der geschnäbelten Haselnuß, C. rostrata, oberhalb der Nuß noch als lange, nur an der Spitze gelappte Röhre fortsetzt, während sie bei der bewehrten Haselnuß, C. ferox, stachelig gezähnt ist. Bei der türkischen oder Baumhaselnuß, C. colurna, ist sie bis unter die Mitte in viele lineal-fiederspaltige Abschnitte zerschlitzt, bei der Lamberts-Haselnuß (von der Lombardei), C. maxima, auch einfach Lambertsnuß oder Langbartsnuß genannt, ist sie walzig röhrig, oberhalb der Nuß verengert, mit zerschlitztem Saum, aber ganzrandigen schmalen Zipfeln. Die pontische Haselnuß, C. pontica, ist ähnlich, doch endet ihre Fruchthülle mit gezähnten breiteren Zipfeln. Die gemeine Haselnuß, C. avellana (Abb. 129), hat eine oben offene, mehr glockige Hülle mit zerschlitztem und eingeschnittenem Rand. Auch die Nüsse haben verschiedenartige Form. Meist sind sie mehr lang als breit; die türkische Nuß dagegen ist rundlich oder fast nierenförmig sowie breiter als lang, weshalb sie auch Dicknuß genannt wird. Die Lambertsnuß hat eine purpurrote Samenhaut: daher der Name Blutnuß.

Der Wuchs ist bei dieser Gattung meist strauchig; nur die erwähnte, oft baumförmige C. colurna erreicht eine Höhe von 19 m. Während die männlichen Kätzchen als lange, dünne Walzen schlaff herabhängen, stehen die weiblichen endständig an sehr kurzen, dicht

von Schuppen umgebenen Seitentrieben, und nur die fadenförmigen Griffel ragen zwischen den Schuppen hervor. Die Staubgefäße sind zu mehreren ohne Blütenhülle an der Innenseite der Tragschuppen befestigt, und zwar sind nicht nur die an der Spitze Haarschöpfe tragenden Staubbeutel in ihre zwei Fächer geteilt, sondern auch die Staubfäden sind gewöhnlich halbiert, so daß meist acht oder zehn einfächerige Staubgefäße vorhanden zu sein scheinen. Die weiblichen Blüten sitzen paarweise an der Innenbasis ihrer Deckblätter; die Fruchthülle wächst erst später heran, während der Zeit der Blüte ist sie nur als kleines Becherchen (Kupula) erkennbar. Von den zwei Samenanlagen entwickelt sich fast immer nur eine, jedoch kann man bei jeder Nuß nach dem Öffnen an dem herausgenommenen Samen noch den Rest der anderen verkümmerten oder zurückgebliebenen Samenanlage nebst ihrem vertrockneten Tragstrang erkennen.



Abb. 129: Haselnuß (Corylus).

Corylus avellana: 1) Zweig mit Blütenstandsknospen; 2) Zweig mit zwei männl. und einem weibl. Blütenstand; 3) männl. Blüte von vorn; 4) desgleichen von der Seite; 5) Staubgefäße; 6) weibl. Blütenstand; 7) Deckblatt mit zwei weiblichen Blüten; 8) Frucht; 9) Nuß. 3–7) vergrößert.

Die in Deutschland in Laubwäldern, in Gebüschen und an Bächen wildwachsende gemeine Haselnuß, C. avellana, wird gewöhnlich nur etwa 2—4 m hoch, als Baum erreicht sie aber zuweilen doch eine Höhe von 9 m. In der Schweiz steigt sie in den Nordalpen bis 1350 m, in den Südalpen bis 1730 m an; häufig findet sie sich im transalpinen Buschwald. Sie gehört zu den am frühesten im Jahre blühenden Gewächsen unserer Flora; ihre schon im Herbst fertig angelegten Blüten öffnen sich bereits im Februar oder März. Das weiße Holz ist sehr biegsam und zäh, aber nicht sehr hart und dauerhaft; es wird häufig mit dem Birkenholz verwechselt. Namentlich die Korbmacher verwenden es zur Anfertigung der weißesten und schönsten Körbe. Die langen, schlanken Ruten dienen zum Binden, zur Herstellung von Flechtwerk und zum Ausklopfen; die dickeren Zweige werden gespalten und als Bandstöcke für Faßreifen benutzt. Die aus dem Holz bereitete Kohle gebraucht man zur Herstellung von Schießpulver. Wie bekannt ist, werden die Wünschelruten gewöhnlich dem Haselnußstrauch entnommen; auch in der deutschen Sage spielt er keine unbedeutende Rolle.

Als Heckenstrauch wird die Haselnuß besonders in Nordwestdeutschland zur Einhegung von Wiesen benutzt; hier bildet sie zusammen mit der Hainbuche einen der wichtigsten Bestandteile der sogenannten Knicks.

Die Nüsse, die im August oder zu Anfang September reifen, sind neben der Walnuß eine der bekanntesten und schmackhaftesten Schalenobstsorten und werden aus manchen Gegenden Deutschlands massenhaft ausgeführt. Besonders groß aber ist der Haselnußexport aus Spanien, Portugal und Italien, auch aus Kleinasien. Die Nüsse enthalten bis 60 Prozent eines sehr wohlschmeckenden, dem Mandelöl ähnlichen milden Speiseöles.

Als Ziersträucher werden die Haselnüsse besonders dort verwendet, wo es gilt, Zäune oder Grenzen unsichtbar zu machen, aber auch sonst als Gebüsch- und sogar als Solitärpflanzen, hierzu namentlich Formen mit blutroten Blättern (Bluthasel) oder solche mit hängenden Zweigen oder zerschlitzten Blättern. Selbst ausländische Arten werden in Deutschland gezogen, mehr der Nüsse wegen die Lambertsnuß, C. maxima, sowie die Baum- oder türkische Haselnuß, C. colurna, obgleich letztere selten zur Reife gelangt, mehr als Ziersträucher C. americana und C. rostrata.

Die Gattung Betula oder Birke ist nicht nur artenreicher als die Gattung Haselnuß, sondern auch weiter verbreitet; sie bewohnt außer der gemäßigten Zone auch die arktischen Gegenden und steigt in einzelnen Arten ziemlich hoch ins Gebirge hinauf. Sie enthält zum Teil mehr oder weniger hohe Bäume, die größtenteils durch ihre weiße, sich abschälende

Korkrinde leicht kenntlich sind, zum Teil Sträucher, oft sogar am Boden hinkriechende Zwergsträucher, sämtlich mit abwerfendem Laub, mit abwechselnd stehenden Blättern, die durchaus nicht immer oval oder rautenförmig und spitz sind, wie bei unserer gewöhnlichen Birke, sondern häufig stumpfe, oft auch rundliche, sogar umgekehrt-eiförmige Form haben. Außerdem gibt es Birken, deren Blätter denjenigen der Ulme, der Erle, der Pappel, der Hainbuche, der Haselnuß und der Brennessel ähneln und nach ihnen benannt sind. Die Blattstiele der baumförmigen Birken sind gewöhnlich lang, diejenigen der strauchförmigen kurz. Die Kätzchen sind zylindrisch; die der Strauchbirken stehen aufrecht (Abb. 130, B 1, C 1), während bei den Baumbirken die oft zu mehreren beieinander stehenden männlichen Kätzchen lang herunterhängen (Abb. 130, A 1). Die männlichen Blüten (Abb. 130, A 2) sitzen zu dreien auf dem Stiele der Deckschuppen, jede besteht aus einem schuppigen Blumenblatt und vier bis sechs Staubgefäßen, deren Staubbeutel bis zur Basis geteilt sind. Die weiblichen Blüten haben keine Hülle und sitzen zu dreien (bzw. zweien oder vieren) an der Basis der Deckschuppen; sie bestehen aus einem Fruchtknoten und zwei fadenförmigen Griffeln (Abb. 130, A 4). Während die männlichen Kätzchen schon im Herbst sichtbar sind, erscheinen die weiblichen erst mit der beginnenden Vegetation. Die Fruchtkätzchen tragen bei den einheimischen Baumbirken dreilappige, sich von der Achse lösende Schuppen und kleine, mit zwei rundlichen Flügeln versehene rötlichgelbe Samen, die zur Reifezeit im Juli und August weithin die Straßen bedecken.



Abb. 130: Birke (Betula).

A) Betula verrucosa: 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen; 2) Schuppe mit männlichen Blüten von vorn und hinten, vergrößert; 3) weiblicher Blütenstand; 4) Schuppe mit weiblichen Blüten, vergrößert; 5) Zweig mit Fruchtständen; 6) Frucht, vergrößert.

B) B. humilis: 1) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 2) Fruchtstand, vergrößert; 3) Schuppe mit weiblichen Blüten, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) dieselbe im Längsschnitt.

C) B. nana: 1) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 2) junger Fruchtstand, vergrößert; 3) junge Frucht, vergrößert.

Viele Birkenarten sind aus dem Tertiär beschrieben worden, dagegen ist es noch zweifelhaft, ob die Gattung schon in der Kreide auftritt. Sie befindet sich aber noch heute in voller Entwickelung und hat in ihrer leichten Verbreitungsweise, in ihrem häufig schnellen Wachstum, in ihrer Anspruchslosigkeit in bezug auf Boden und Nährstoffe, in ihrer Abhärtung gegen klimatische Extreme, besonders gegen Kälte, in der Fähigkeit vieler Arten, auf moorigem Boden zu gedeihen, so zahlreiche Möglichkeiten, sich im Wettbewerb mit anderen Pflanzen durchzusetzen, daß ihre Zukunft für absehbare Zeit gesichert erscheint.

Wild finden sich in Mitteleuropa zwei schon in der Zwischeneiszeit verbreitete Baumbirken, erstens die warzige Birke, auch Weiß- oder Mai-Birke genannt, B. verrucosa (Abb. 130, A und Abb. 131),



Abb. 131: Weiß-Birken (Betula verrucosa) im Heidemoor. Nach Photographie von Renke und Ostermaier in Dresden.

die durch kahle, in der Jugend mit warzigen, Birkenkampfer enthaltenden Harzdrüsen reichbesetzte Zweige und kahle, lang zugespitzte Blätter gekennzeichnet ist, zweitens die weichhaarige Besen- oder Moor-Birke, Betula pubescens, die sich durch meist behaarte und keine Warzen tragende junge Zweige und in

der Jugend behaarte, später wenigstens in den Aderwinkeln ihre Haare behaltende, nicht zugespitzte Blätter von der ersteren unterscheidet. Beide Arten haben eine weiße Rinde, die aber bei der warzigen Birke schon bald einer steinharten schwarzen Borke Platz macht, während sie sich bei B. pubescens erst spät in eine rissige schwarze Borke verwandelt. Auch die Früchte zeigen Unterschiede: bei B. verrucosa sind die Seitenlappen der Fruchtschuppen meist zurückgebogen, und der Mittellappen ist kleiner als jene, bei B. pubescens ist er mindestens so lang wie die meist aufrechten Seitenlappen; bei letzterer ist der Fruchtflügel höchstens zweimal, bei ersterer zwei- bis dreimal so breit wie die Frucht.

Die warzige Birke (Abb. 131) ist ein 3—25 m hoher Baum mit im Alter meist hängenden Zweigen, der in Nordeuropa bis 65° reicht, während er südlich noch am Ätna und in Nordspanien wild vorkommt. Östlich erstreckt sich das Verbreitungsgebiet durch Zentral- und Ostasien bis Japan. In Mitteleuropa bildet diese Art oft kleinere Bestände innerhalb der Laubwälder oder, mit Nadelwäldern abwechselnd, in Nordeuropa und Rußland sogar ausgedehnte Wälder. Jedoch findet sich der Baum auch häufig auf Auen, dürren Triften, Mooren und reicht in den Alpen bis zur Buchengrenze, d. h. bis etwa 1500 m. Eine Form mit völlig hängenden Zweigen wurde früher als Trauer- oder Hänge-Birke, B. pendula, als besondere Art abgetrennt. Häufig finden sich auch Hexenbesen auf der Weiß-Birke, die der Pilz Exoascus betulinus (S. 111) verursacht.

Die weichhaarige Birke ist viel seltener und entwickelt sich weit häufiger strauch- als baumförmig; auch im letzteren Falle bleibt sie meist klein, indem ihre Höhe zwischen 2 und 15 m wechselt. Sie wächst selten auf trockenem Boden, zieht vielmehr feuchte Moorbrüche sowie sumpfige und torfige Stellen des Waldes vor. Wenngleich sie auch in der Ebene vorkommt, ist sie doch mehr eine Gebirgspflanze, die in den Alpen von der Bergregion bis über die Baumgrenze hinaufsteigt. Im Norden reicht sie bis 70° nördl. Br.; somit ist sie der nördlichste Baum Europas. Ihre südliche Verbreitung endet am Südfuß der Alpen; in den Alpen selbst steigt sie als Gebüsch bis über die Baumgrenze hinauf.

Außer diesen baumförmigen Birken finden sich in Deutschland noch zwei strauchige Birken wild, die niedrige Birke, B. humilis (Abb. 130, B), und die Zwerg-Birke, B. nana (Abb. 130, C), von denen erstere stumpfe, rundlich-eiförmige, etwa 13 mm breite, am Rande spitzgekerbte, letztere kleine, rundliche, weniger als 1 cm breite und am Rande stumpfgekerbte Blätter trägt. Die niedrige Birke bildet einen 60—125 cm hohen Strauch, der sich im nördlichen Teil der Alten Welt und in Nordamerika besonders auf Torfmooren findet, in Norddeutschland nur zerstreut, in Süddeutschland und am Fuße der Alpen dagegen häufiger vorkommt. Die Zwerg-Birke ist ein 30—60 cm hoher, meist niederliegender Zwergstrauch der nordischen Gegenden, der in Nordeuropa, Sibirien, Kanada und Grönland oft weite Strecken bedeckt und zur Eiszeit, wie viele Funde beweisen, auch in Mitteleuropa weitverbreitet war. Bis jetzt hat sich die Zwerg-Birke an manchen Stellen Mitteleuropas gehalten, besonders in den Hochmooren der Voralpen und des Jura, ferner an einzelnen Stellen in Ost- und Westpreußen, in Schlesien, auf dem Erzgebirge und dem Brocken, nach dem sie auch den Namen Brocken-Birke erhalten hat. Die Blätter dieser Art werden von einem Pilz aus der Familie der Exoaskazeen, Taphria carnea, stark angegriffen (Abb. 22, F).

In Kultur findet man vor allem die warzige Birke, sowohl als Waldbaum als auch in Gärten und Parkanlagen, hier besonders die Trauer-Birke und die Blut-Birke, eine Form mit blutroten Blättern. Daneben werden manche ausländische Arten angepflanzt, namentlich nordamerikanische, wie die Papier-Birke, B. papyracea, die durch ihre in besonders großen papierartigen Streifen abschilfernde weiße Rinde gekennzeichnet ist, die Schwarz-Birke, B. nigra, die Zucker-Birke, B. lenta, deren Blätter stark an die der Hainbuche erinnern, die gelbe Birke, B. lutea, wohl nur eine Varietät der vorherigen, die pappelblätterige Birke, B. populifolia, sowie die ostasiatische ulmenblätterige Birke, B. ulmifolia.

Das Holz der Birken ist zwar sehr zäh und leicht spaltbar, aber nicht besonders hart; es unterliegt leicht dem Wurmfraß und fault im Freien schnell. Es wird daher wenig als Bauholz und zu Tischlerarbeiten verwendet, mehr zu kleineren Geräten aller Art, z. B. Mulden, Löffeln, Trinkbechern, Holzschuhen sowie beim Wagenbau; namentlich das Maserholz wird gern zur Herstellung von Drechslerarbeiten, Pfeifenköpfen, Tabaksdosen usw. benutzt. Die dünneren Stangen geben gute Faßreifen, die Ruten gute Besen. Die mit jungen Blättern bedeckten Zweige dienen als Maien oder Maibüsche zur Ausschmückung von Straßen, Häusern oder Wagen und als Symbol des Frühlings.

Die Rinde ist in manchen nordischen Gegenden als Gerbmaterial im Gebrauch und wird auch in der Dachdeckerei verwertet. Die Lappen fertigen Schuhe und Körbe daraus; in Rußland wird durch Destillation der Rinde der Birkenteer oder Birkenkampfer, auch Juchtenöl genannt, gewonnen, dem das Juchtenleder seinen angenehmen Geruch verdankt.

Der durch Anbohren der Stämme im Frühjahr gewonnene Birkensaft ist ein etwa zwei Prozent Traubenzucker enthaltendes, wohlschmeckendes, namentlich in Rußland beliebtes Getränk. Die dünnen Rindenstreifen der von Afghanistan über den Himalaja bis nach Japan hin verbreiteten B. utilis dienen als Packmaterial und wurden bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts in Kaschmir allgemein an Stelle von Schreibpapier benutzt; die noch erhaltenen sogenannten Bhurja-Manuskripte sind auf solche Rindenstreifen geschrieben.

Die Gattung Alnus oder Erle, auch Eller genannt, steht der Birke zwar ziemlich nahe, unterscheidet sich aber von ihr leicht durch den Bau der Blüten und Früchte. Die männlichen, zu je dreien beisammen auf einer Deckschuppe sitzenden Blüten der Erle tragen je drei bis vier Staubgefäße mit ungeteilten Staubbeuteln und besitzen eine vollständige drei- bis vierblätterige Blütenhülle (Abb. 132, 2 und 3). Die weiblichen Blüten, die, wie bei der Birke, von keiner Blütenhülle umgeben sind, sitzen nur in Zweizahl an der Basis der Deckschuppe (Abb. 132, 6). Letztere verwächst mit den vier hinter ihr befindlichen Vorblättern zu einer bei der Reife stark verholzten, fünflappigen, mit der Achse des kurz-eiförmigen Fruchtkätzchens dauernd verwachsen bleibenden Fruchtschuppe (Abb. 132, 7), während sich die beiden Fruchtknoten jeder Deckschuppe zu gewöhnlich flügellosen, kantigen Schließfrüchten ausbilden (Abb. 132, 8).



Abb. 132: Schwarzerle (Alnus glutinosa).

1) Männliche Blütenstände; 2) Schuppe mit männlichen Blüten von vorn und hinten, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) weibliche Blütenstände; 5) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 6) Deckschuppe mit zwei weiblichen Blüten, vergrößert; 7) Fruchtstände; 8) Frucht, vergrößert.

Die Zahl der Arten ist wesentlich geringer als bei der Birke, die Verbreitung mehr südlich; denn die Erle reicht nicht so weit wie die Birke in die arktische Region hinein, dagegen wanderte sie in Amerika mit zwei Arten an den Anden nach Süden zu über Mexiko, Kolumbien, Peru, Bolivia bis Chile und Argentinien, wo A. acuminata, die Alisoerle, die Charakterpflanze der nach ihr benannten Alisoregion ist. Zwei andere Arten bewohnen den Himalaja, A. firma Japan, A. maritima gleichzeitig Ostasien und die östlichen Vereinigten Staaten; A. rubra, A. occidentalis, A. rugosa und A. serrulata sind ausschließlich in Nordamerika heimisch, A. subcordata oder A. orientalis findet sich nur in Vorderasien, besonders in Syrien. Vier Arten bewohnen Europa entweder ausschließlich, wie A. cordata, die in Korsika und Italien sowie im Kaukasus wächst, oder zugleich mit dem nördlichen Asien und Amerika, wie A. viridis und A. incana, bzw. mit Asien und Nordafrika, wie A. glutinosa. Deutet das merkwürdig zersplitterte Vorkommen von Arten wie A. cordata und maritima schon darauf hin, daß es sich um früher weiter verbreitete Arten handelt, so wird durch die große Zahl fossiler Formen, die zum Teil sogar in arktischen Gegenden gefunden worden sind, die Vermutung zur Gewißheit, daß die Gattung ehemals nicht

nur ein größeres Areal innehatte, sondern sich auch reicherer Ausbildung erfreute. Dennoch läßt sich kaum behaupten, daß die Gattung dem Aussterben entgegenginge; denn neben einigen vielleicht dem Untergange geweihten Formen gibt es andere, besonders A. glutinosa und A. incana, die, nach ihrer Verbreitung, der Massenhaftigkeit des Vorkommens und der starken Varietätenbildung zu urteilen, wohl als in der Entwickelung fortschreitende Arten zu betrachten sind. Es kommt hinzu, daß einzelne Arten eigentümlichen Standorten, wie z. B. Niederungen mit hohem Wasserstand, so ausgezeichnet angepaßt sind wie kein anderer Baum der gemäßigten Zone, so daß sie hier geradezu ohne Wettbewerb auftreten.



Abb. 133: Grauerle (Alnus incana). Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

Von den deutschen Arten ist die seltenste die Bergerle, A. viridis, die auch als A. alnobetula bekannt ist; man nennt sie auch Grün- oder Alpenerle. Sie ist ein Strauch oder ein kleines, bis 4 m hohes Bäumchen, das sich durch die eiförmigen, spitzen, beiderseits gleichfarbig grünen und kahlen Blätter, die dreizähligen Hüllen der erst im Mai und Juni erscheinenden Blüten und die durchscheinend-geflügelten Früchte leicht von den anderen deutschen Arten unterscheidet. Diese Erle ist eine wirkliche Bergpflanze, die bis 2000 m in die Alpen hinaufsteigt und besonders auf Schiefer und Urgestein die Berg- und die alpine Region bewohnt. In letzterer bildet sie oberhalb der Baumgrenze ebenso wie in der Knieholzregion dichte Buschwälder, die mit dem Knieholz zusammen das Hauptbrennmaterial der Hirten ausmachen. Auch im nördlichen Alpenvorland begegnet man ihr, so z. B. in der Bodenseegegend und in Oberbayern, ferner im Jura, im Schwarzwald und im Böhmerwald. In Skandinavien kommt sie nicht vor, wohl aber im nördlichen und östlichen Asien sowie in Nordamerika. Früher scheint sie, wie ihr isoliertes Auftreten in Korsika beweist, ein weiteres Verbreitungsgebiet als jetzt innegehabt zu haben.

Im Gegensatz zu dieser hauptsächlich bergbewohnenden Art sind unsere zwei mehr sumpfbewohnenden Arten, die Schwarzerle oder Eller, A. glutinosa (Abb. 132), und die Grau- oder Weißerle, A. incana (Abb. 133 und 134), in Deutschland weit verbreitet. Die Schwarzerle liebt namentlich Torfsümpfe und Wiesenmoore und kommt vor allem in ausgedehnten Beständen in den sogenannten Erlenbrüchen vor;

daneben findet sie sich aber überall an Bach- und Flußufern und häufig auch in feuchten Wäldern. Schon in den Torfmooren zu Beginn und während der Eiszeit hat man sie für Nordwestdeutschland festgestellt. In den Gebirgen Deutschlands findet sie sich bis zu etwa 1200 m Meereshöhe. Die Grauerle dagegen bevorzugt feuchte Stellen der Gebirge und steigt in den Alpen bis 1500 m hoch. Zwar wächst sie auch in den Auenwäldern längs der Flüsse und an sumpfigen Bachrändern in der Ebene, sie tritt dort aber mehr zerstreut auf, und in manchen Teilen Norddeutschlands fehlt sie überhaupt. Sie reicht in Europa und in Asien weiter nach Norden als die Schwarzerle, bis etwa 70° nördl. Br., und ist namentlich in Nordamerika, wo die Schwarzerle fehlt, weitverbreitet. In Südeuropa sind beide Erlen vertreten, die Schwarzerle findet sich sogar in Nordafrika.

Beide Arten sind sehr leicht voneinander zu unterscheiden: die Schwarzerle hat eine schwarze, rissige, die Grauerle eine silbergraue, keine Borke bildende Rinde; die Blätter der ersteren sind rundlich, stumpf, kahl, beiderseits sieben- bis achtnervig, die der letzteren eiförmig, spitz, unterseits grau und weichhaarig oder fast



Abb. 134: Grauerle (Alnus incana). Nach Photographie von Gartendirektor Heicke in Frankfurt a. M.

filzig, beiderseits acht- bis zehnnervig. Die Knospen der Schwarzerle sind kleberig, die der Grauerle nicht, die Fruchtzapfen ersterer sind sitzend, die der letzteren gestielt. Beide Arten sind Sträucher oder oft ziemlich hoch werdende Bäume, deren Höhe zwischen 4 und 25 m wechselt. Sie entfalten ihre im Herbst schon vollständig angelegten, auf Windbestäubung angewiesenen Blüten sehr früh, im Februar und März, vor der Entwickelung der jungen Blätter. Ein Bastard, der hier und da wild zwischen den beiden Stammarten vorkommt, wurde früher unter dem Namen A. pubescens als eine besondere Spezies angesehen.

Interessant ist die sogenannte Erlenhernie, eigenartige krebsige Wucherungen an den Wurzeln unserer Erlen, die durch den Pilz Plasmodiophora alni hervorgerufen werden und außerdem einen im System nicht unterzubringenden Pilz, Frankia subtilis, beherbergen. Auch die Deformation der Blätter durch den Pilz Exoascus Tosquinetii (S. 110), ihre von Taphria Sadebeckii herrührende gelbe, blasenförmige Auftreibung (S. 110) und die Verunstaltung der Früchte durch Exoascus alnitorquus (Abb. 22, A, S. 111) sind bemerkenswert.

Das gelbe, im trockenen Zustande hell rostrote Holz beider Arten ist weder hart noch dauerhaft; es reißt leicht und wirft sich, leistet aber der Einwirkung des Wassers guten Widerstand und wird daher zu Gruben- und Wasserbauten gern verwendet, auch zu Wasserröhren und Pfählen. Außerdem benutzt man es als Schnitzholz für kleinere Geräte wie Schaufeln, Holzschuhe, Schuhleisten und Zigarrenkisten. Sehr geschätzt

ist das Maserholz für Pfeifenköpfe, Dosen usw. Die Holzkohle dient zur Schießpulverbereitung, die Rinde in manchen Gegenden als Gerbmaterial und zum Schwarzfärben.

Als Zierbaum kommt die Erle kaum in Betracht, am meisten noch eine schlitzblätterige Form der Schwarzerle, var laciniata oder quercifolia, ferner die amerikanische Haselerle, A. serrulata, die durch spitze, unterseits fast rostfarbene, filzige Blätter gekennzeichnet ist, sowie endlich die südeuropäische A. cordata, die tief-herzförmige, fast kahle, kurz zugespitzte Blätter trägt. Im Märchenschatz spielen die unheimlichen und gefährlichen Erlenbrüche eine gewisse Rolle; vor allem bekannt ist das Märchen vom Erlkönig.

Familie 2: **Fagaceae** oder **Buchengewächse.**

Die Familie der Fagaceae oder Buchengewächse umfaßt die Buchen, die Kastanien und die Eichen. Die Buchen zerfallen in die beiden Gattungen Nothofagus und Fagus; erstere umfaßt die antarktischen, letztere die eigentlichen Buchen. Die Kastanien sind auf die eine Gattung Castanea beschränkt. Zu den Eichen gehören die zwei Gattungen Pasania und Quercus. Während die beiden Buchengattungen nur wenige Arten enthalten, sind die Kastanien- und die Eichenarten recht zahlreich. Die Familie steht zwar den Betulazeen nicht fern, aber das Vorhandensein einer die Früchte ganz oder wenigstens unten umschließenden Fruchthülle sowie die Dreizahl im Bau des Fruchtknotens sind doch wichtige unterscheidende Merkmale.

Die Fagazeen sind sämtlich Holzgewächse mit abwechselnd stehenden, einfachen, aber oft gezähnten oder tief eingeschnittenen Blättern und früh abfallenden Nebenblättern. Bis auf Fagus enthält jede Gattung sowohl laubabwerfende als auch immergrüne Arten. Die Blüten sind getrenntgeschlechtig, doch kommen gelegentlich Zwitterblüten in mehr oder minder vollkommener Ausbildung vor. Im allgemeinen finden sich weibliche und männliche Blütenstände an denselben Pflanzen, die Pflanzen sind also diklin-monözisch; bei den meisten Arten der Gattungen Castanea und Pasania sind jedoch die Kätzchen selbst androgyn, d. h. sie tragen sowohl männliche als auch weibliche Blüten (Abb. 136, 1), letztere mehr nach der Basis zu. Im Gegensatze zu den Betulazeen haben bei den Fagazeen sowohl die männlichen als auch die weiblichen Blüten eine Blütenhülle, die freilich ein nur wenig differenziertes, einfaches, hochblattartiges, vereintblätteriges und sich nach oben zu in unregelmäßige Zipfel auflösendes Gebilde darstellt. Die Zahl der Staubgefäße ist nicht gering; sie sind entweder in gleicher oder in doppelter Anzahl der Zipfel der Blütenhülle vorhanden (Abb. 135, A 2). Der unterständige Fruchtknoten der weiblichen Blüte ist gewöhnlich am Grunde dreifächerig und endet dann in drei Griffel (Abb. 135, 4). Jedes Fruchtknotenfach enthält zwei hängende umgewendete, der Mittelnaht angewachsene, von zwei Integumenten umhüllte Samenanlagen. Die weiblichen Blüten sind zu mehreren oder auch einzeln von einer ringförmigen, mit Schuppen besetzten Achsenwucherung umgeben, die sich mit zunehmender Reife in ein bei den Eichen napf- oder becherförmiges, bei den Buchen und Kastanien die Früchte kapselartig umschließendes und oft mit ziemlich regelmäßigen Rissen aufspringendes Gebilde auswächst. Dieses wird von den Botanikern als Kupula oder Fruchtbecher bezeichnet, obgleich es den Namen nur bei den Eichen mit Recht trägt. Die Früchte sind einsamige Schließfrüchte, die bei den Buchen und Kastanien meist zu mehreren in der stacheligen, bei den Eichen einzeln in der schuppigen Kupula sitzen. Sie enthalten nur einen Samen ohne Nährgewebe.

Während Nothofagus antarktisch ist, und Fagus nur die nördliche Hemisphäre bewohnt, sind die übrigen drei Gattungen zwar nordisch, dringen aber in Amerika und Asien auch tief in die Tropen ein, zum Teil sogar über den Äquator hinaus. Im tropischen Afrika sind Mitglieder dieser Familie bisher ebensowenig gefunden worden wie in Australien.

Die Fagazeen sind zweifellos eine sehr alte Familie, wie schon daraus hervorgeht, daß zahlreiche Eichen, Kastanien und Buchen aus der Tertiär- und sogar aus der Kreidezeit nachgewiesen sind. Ehemals war ihr Verbreitungsgebiet wohl noch größer als jetzt, da aus den arktischen Gebieten viele fossile Arten bekannt sind. Man kann sagen, daß die Familie sich gut konserviert hat. Es ist ihr zwar nicht gelungen, die ganze Erdoberfläche zu umspannen, aber sie umschließt so viele lebenskräftige Elemente, zum Teil mit vortrefflichen spezialisierten Anpassungen, daß man ihr trotz ihres Alters wohl langen Bestand und reiche Entwickelung in Aussicht stellen kann.

Die beiden Gattungen **Fagus**, die Buche, und **Nothofagus**, die Südbuche, wörtlich übersetzt die unechte Buche, unterscheiden sich von den übrigen Fagazeen, d. h. den Kastanien und den Eichen, durch ihre kurzen, fast büschelförmigen Blütenähren, ihre dreikantigen Früchte und ihre bei der Keimung sich entfaltenden Keimblätter. Die beiden Gattungen stehen einander botanisch so nahe, daß sie häufig miteinander vereinigt werden, obgleich sie einen verschiedenen Habitus haben. Sie verhalten sich ungefähr so zueinander wie Zwergbirken und Baumbirken, die ja gewiß auch in verschiedene Gattungen gestellt werden würden, wenn nicht Zwischenglieder vorhanden, und wenn sie geographisch so weit wie die Buchen getrennt wären. Während die Buchen stattliche, im Winter ihr Laub abwerfende Bäume bilden, sind ihre an Zahl dreimal so reichen antarktischen Vettern nur teilweise immergrün; die durch ihr hartes Holz nutzbringenden chilenischen Bäume N. obliqua und N. procera werfen ihr Laub im Winter ab.

Die Gattung Nothofagus oder Südbuche hat eine eigenartige geographische Verbreitung: neben Arten aus Chile, Feuerland, Südaustralien und Tasmania kommen mehrere Arten auf den beiden neuseeländischen Inseln vor. Wollte man behaupten, daß sie alle von Norden aus eingedrungen sind, so müßte man also drei verschiedene Verbreitungslinien annehmen, auf denen keinerlei Spuren von ihnen übriggeblieben sind; das wäre um so merkwürdiger, als gerade Australien und Melanesien durch ihre Isoliertheit besonders geeignet sind, alte Typen zu erhalten. Außerdem würde bei dieser Annahme der Anschluß an die anderen Buchen schwer vorstellbar sein, da diese weder in Melanesien noch in Indien, nicht einmal im Himalaja und im südlichen Zentralasien vorkommen. Viel wahrscheinlicher ist demgegenüber eine Wanderung in Amerika längs der Anden und dann über den ehemaligen antarktischen Kontinent nach Tasmania-Südaustralien einerseits, nach Neuseeland anderseits. Die Wanderung muß zwar zeitlich weit zurückliegen; aber da Buchen zweifellos nicht nur tertiär, sondern auch in der Kreidezeit existierten und Reste sogar in Alaska und Kalifornien gefunden worden sind, wo man sie jetzt nicht mehr antrifft, ist eine solche nordsüdliche Wanderung in Amerika durchaus nicht unwahrscheinlich, zumal auch andere Pflanzen nur auf diese Weise nach der Südspitze Südamerikas vorgedrungen sein können. Übrigens erscheint es wohl möglich, daß in den wenig erforschten nördlicheren Andengebieten Nothofagus-Arten in Zukunft noch entdeckt werden.

Die botanischen Unterschiede der Gattung Nothofagus von den eigentlichen Buchen liegen im wesentlichen in den nur wenige Blüten enthaltenden und nur kurzgestielten männlichen Blütenständen, den ein- bis dreiblütigen weiblichen Blütenständen, den kurzen, kopfigen Griffeln und den nicht stacheligen, sondern schuppigen Fruchthüllen; auch sind bei ihr die häufig gefalteten und meist lederigen Blätter deutlicher in zwei Zeilen an den Zweigen angeordnet.

Zwar sind die meisten Nothofagus-Arten baumförmig, unter anderen auch die immergrüne **N. Dombeyi** (Abb. 135, C), die in Chile vom Meere bis zur Schneegrenze reicht; jedoch hat **N. antarctica** (Abb. 135, B), die in Feuerland baumförmig ist, in den Gebirgen Chiles einen zwerghaften Wuchs angenommen, und

N. Gunnii in Tasmania hat Strauchform. N. fusca, ein in Neuseeland sehr häufiger hoher Baum, zeichnet sich durch vorzügliches Holz aus, und auch das Holz der ebenfalls dort vorkommenden N. Solandri gilt als hart und dauerhaft. Desgleichen ist das Holz des in Tasmania sowie in Südaustralien vorkommenden Baumes N. Cunninghamii wertvoll.

Die Gattung Fagus oder Buche (Taf. 26, a und b) hat lebhaft grünes, nur den Sommer über währendes Laub, langgestielte, knäuelige, aus vielen Blüten bestehende männliche (Abb. 135, A 2) und zweiblütige weibliche (Abb. 135, A 3) Kätzchen, deren einzelne Blüten einen dreifächerigen, von drei länglichen Griffeln gekrönten Fruchtknoten (Abb. 135, A 4) umschließen, während die Kupula zu einer meist stacheligen, in vier Spalten aufspringenden und die beiden dreikantigen Nüsse freilegenden Hülle (Abb. 135, A 5) auswächst. Die nicht



Abb. 135: Buche (Fagus) und Südbuche (Nothofagus).

A) Rotbuche (Fagus silvatica): 1) Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Frucht von der aufgesprungenen Kupula umgeben; 6) Same; 7) Same im Querschnitt, vergrößert. B) Nothofagus antarctica: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) Frucht. C) N. Dombeyi: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) Frucht.

sehr hartschaligen, im Querschnitt dreieckigen, unter dem Namen Bucheckern bekannten Nüsse (Abb. 135, A 6) enthalten kein Endosperm, sondern sind von stark ineinandergefalteten Keimblättern (Abb. 135, A 7) ausgefüllt.

Von den vier Arten dieser Gattung bewohnen zwei den asiatischen Kontinent, die dritte ist amerikanisch, die vierte findet sich nur in Europa. Die asiatische Buche, F. Sieboldi, die aus dem nördlichen Kleinasien, dem Kaukasus, Nordpersien und Japan bekannt ist, wird durch blattartige äußere Kupulaschuppen gekennzeichnet. Die nur auf einer der japanischen Inseln vorkommende japanische Buche, F. japonica, hat langgestielte weibliche Blütenstände und eine Kupula, die nur halb so lang ist wie die Früchte und anstatt der Stacheln spitz-dreieckige, nur an der Spitze abstehende Schuppen trägt. Die nordamerikanische Buche, F. ferruginea, die das östliche Nordamerika von Neubraunschweig und Kanada bis Florida bewohnt, ist unserer heimischen Buche sehr ähnlich, hat aber viel stärker gezähnte Blätter und kleinere Früchte. Die Annahme, daß sie in der mittleren Tertiärzeit auch in Europa heimisch gewesen sei, wird durch Blattabdrücke gestützt, die man in den Tonen gefunden hat, welche die Niederlausitzer miozänen Braunkohlenflöze bedecken.



a) Junger Buchenwald im Frühling.
Nach Photographie von K. Heller in Wien.



b) Die Fünfmännerbuche bei Lichtenwalde (Sachsen).
Nach Photographie von Forstassessor Bruhm.



c) Hängebuche (Fagus silvatica var. pendula).
Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

Für uns von Wichtigkeit ist nur die schöne, im April und Mai blühende gemeine oder Rotbuche, F. silvatica, die, wie es scheint, ausschließlich auf Europa beschränkt ist, massenhaft aber nur im westlichen Mitteleuropa vorkommt. In Südeuropa findet sie sich nur auf höheren Bergen; ihre Südgrenze erstreckt sich von den griechischen Gebirgen, über Albanien und Istrien, nach Nordwesten und längs des Südfußes der Alpen nach Westen, um dann wieder im Apennin südlich bis nach Sizilien, dem südlichsten Punkt ihres Vorkommens, vorzudringen. Hier steigt die Buche am Ätna bis zu 2000 m Meereshöhe. Die Südküste Frankreichs vermeidet sie in großem Bogen, erreicht aber schließlich über die Sevennen hin die Pyrenäen und den nördlichsten Teil der Iberischen Halbinsel. In Skandinavien gedeiht sie wild nur im südlichsten Teil, etwa bis zum 60. Breitengrad, in Rußland nur im Königreich Polen und in den westlichsten, sich nach dem Schwarzen Meere hinziehenden Provinzen. Auch der größere Teil Ostpreußens hat keine Buchenwälder mehr, Brandenburg am Frischen Haff bezeichnet das nordöstlichste Vorkommen der Buche in Deutschland, weiter nordöstlich kommt sie auch in Kultur nicht mehr recht fort, ein Beweis dafür, daß ihr Verschwinden in Osteuropa klimatisch und nicht geschichtlich zu erklären ist. Daß es nicht die Winterkälte allein ist, die ihre Verbreitung beschränkt, zeigt das Fehlen der Buche auch in den südlichsten Teilen Osteuropas; übrigens verträgt sie Kältegrade von mehr als 30°; vielmehr ist das Vorhandensein genügender Sommerfeuchtigkeit eine der Grundbedingungen ihres Gedeihens, was im Hinblick auf die dünnen, einer starken Verdunstung schutzlos preisgegebenen Blätter auch leicht verständlich ist. Dagegen ist das Fehlen der Buche in Irland wohl geschichtlich zu erklären, da sie dort als Kulturbaum sehr gut gedeiht: bei ihrer Rückwanderung nach der Eiszeit fand sie offenbar die Landbrücke zwischen England und Irland schon abgebrochen; Nordwestdeutschland bewohnte sie übrigens auch schon während der Zwischeneiszeit.

Unsere Rotbuche, die ihren Namen von dem im Gegensatz zu dem weißen Holz der Hain- oder Weißbuche rötlichen Holze hat, ist entschieden der schönste deutsche Waldbaum. Die dichtlaubigen, wenig Unterholz aufkommen lassenden Hallen der Buchenwälder bilden das hauptsächliche Ziel der Waldausflüge in der norddeutschen Ebene. Die mächtigen, 25—33 m hohen, schattigen Bäume laden geradezu ein, sich unter ihnen zu lagern, während ihre schlanken, von silbergrauer, glatter, auch im Alter nicht rissig werdender oder abschilfernder Rinde bedeckten Stämme erwünschte Gelegenheit geben, durch Einritzen in die Rinde dem schweigsamen Walde seinen Namen oder allerhand Geheimnisse anzuvertrauen. Besonders das nordwestliche Deutschland, das Gestade der Ostsee, vor allem Rügen, ferner Dänemark, Bornholm und Südschweden sind berühmt durch ihre herrlichen Buchenwälder. Auch in den deutschen Mittelgebirgen gibt es viele schöne Buchenwaldungen, desgleichen in den Alpen, wo der Baum z. B. in der Nordschweiz bis 1350 m, im Tessin bis 1500 m Meereshöhe hinaufsteigt.

Zur Anpflanzung in Parkanlagen und größeren Gärten eignet sich die Buche gut, für kleinere Gärten dagegen ist sie zu massig und nimmt zu viel Platz ein. Man hat viele Spielarten gezüchtet, namentlich allerhand schlitzblätterige Formen, die man als fiederteilige Buche, var. heterophylla, eichenblätterige, var. quercifolia, farnblätterige, var. asplenifolia, usw. unterscheidet. Auch Hängebuchen oder Trauerbuchen, var. pendula (Taf. 26, c), werden oft kultiviert, besonders aber die allbekannte Blutbuche, var. purpurea, mit dunkelroten Blättern.

Der Nutzen der Buche beruht im wesentlichen auf ihrem Holz. Die Früchte enthalten zwar in den sie ausfüllenden, ineinandergefalteten Keimblättern 12—16 Prozent eines angenehm schmeckenden Speiseöles, dieses ist aber wegen der schwierigen Ernte vom Baume selbst und des mühsamen Sammelns vom Erdboden schwer in größeren Mengen zu gewinnen. Die Buchecken dagegen dienen den Tieren des Waldes als willkommene Nahrung, sowohl den gehegten, wie Rehen und Wildschweinen, als auch den vielen Vögeln, besonders Hähern und Finken, daneben auch den Eichhörnchen, Siebenschläfern, Waldmäusen usw.

Das rötliche, schwere und dichte Holz gehört zwar nicht zu den guten Bauhölzern, da es sich leicht wirft, dem Wurmfraß unterliegt und, abwechselnd der Nässe und der Trockenheit ausgesetzt, bald verstockt, ist aber für Tischler- und Stellmacherarbeiten sehr geschätzt, da es sich bequem spalten und bearbeiten läßt, hart ist und als Möbelholz die verschiedenartigsten Beizen gut annimmt. Dauernd im Wasser gehalten, ist es recht haltbar; darum wird es gern zu Schiffskielen verwendet. Auch zur Holzkohlenbereitung eignet es sich vorzüglich, während man durch Destillation Holzgeist und Teer daraus herstellt, welch letzterer sehr kreosotreich ist. Die Holzasche des Baumes gibt gute Lauge zum Waschen, die Rinde kann als Gerbmaterial benutzt werden. Die Buche ist daher auch in großem Maße in Forstkultur genommen worden, und zwar nicht nur als Hochwald, sondern auch im Niederwaldbetrieb.

Gewissermaßen ein Mittelglied zwischen Buche und Eiche stellt die Gattung **Kastanie**, Castanea, dar, die sich durch die kapselförmige, gewöhnlich stachelige, meist mehrere Früchte umschließende und schließlich klappig aufspringende Fruchthülle (Kupula [Abb. 136, 5]) der Buche nähert, durch die langen, dünnen, männlichen bzw. mannweibigen Ähren (Abb. 136, 1) und die bei der Keimung sich nicht entfaltenden Keimblätter aber mehr den Eichen anschließt. Die Kätzchen hängen nicht wie bei der Gattung Quercus herab, sondern stehen steif aufrecht wie bei der Gattung Pasania. Die dünnschaligen Nüsse sind nicht wie bei der Buche dreikantig, sondern auf einer Seite meist flach, auf der anderen gewölbt.



Abb. 136: **Echte Kastanie** (Castanea vesca).

1) Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weiblicher Blütenstand im Längsschnitt, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Frucht; 6) Same.

Der bei weitem größte Teil der 30 Arten gehört der von manchen Forschern als Gattung abgetrennten Sektion Castanopsis an, die sich von der Sektion Eucastanea durch den dreifächerigen Fruchtknoten mit drei Griffeln sowie dadurch unterscheidet, daß die weiblichen Blüten besondere Kätzchen bilden. Die Arten dieser Sektion sind immergrüne, meist hohe Waldbäume der indischen Flora, deren stachelige oder wenigstens spitzhöckerige Fruchthüllen oft massenhaft den Boden der Bergwälder bedecken, und deren Blätter fast stets ganzrandig und daher schwer als Kastanienblätter erkennbar sind. Besonders zahlreich sind die Arten im östlichen Himalaja, in Hinterindien und auf den Großen Sundainseln, doch kommen einzelne Arten auch auf den Molukken und im südlichen China vor. Eine oft strauchig auftretende Art, C. chrysophylla, die **goldblätterige Kastanie**, die durch die goldschuppige, später ockergelbe Unterseite der Blätter gekennzeichnet ist, findet sich sogar im westlichen Nordamerika von Kalifornien bis Oregon, ein Beweis, daß die Sektion früher viel weiter verbreitet gewesen sein muß als heute, wofür übrigens auch fossile Reste aus dem Tertiär sprechen.

Die Sektion Eucastanea unterscheidet sich von den indischen Castanopsis-Arten nicht nur durch die scharf gesägten, fast stachelspitzig gezähnten Blätter und die mannweibigen Ähren, sondern auch durch die meist zu dreien von einer Kupula umgebenen weiblichen Blüten



a) Edelkastanie (Castanea vulgaris). Nach Photographie von K. Heller in Wien.



b) Eichenhain (Quercus pedunculata). Nach Photographie.



a) Korkeiche (Quercus suber). Nach Photographie.

Früchte und Blüten der Eichen (Quercus und Pasania).

A) Quercus robur, Blatt, männliche Blütenstände, männliche Blüte, vergrößert, und keimende Eichel.

B) Quercus tinctoria, Blatt, Früchte und Eichel.

C) Quercus mexicana, Fruchtzweig.

D) Quercus serrata, Blatt und Frucht.

E) Quercus cerris, Blatt und Frucht.

F) Quercus ilex, Fruchtzweig mit Galle, Querschnitt durch die Frucht.

G) Quercus suber, Fruchtzweig.

H) Quercus infectoria, Fruchtzweig mit Galle.

J) Quercus vallonea, Frucht.

K) Pasania cuspidata, Blatt, männliche Blütenstände, männliche Blüte, vergrößert, Frucht und Eichel.

L) Pasania lancifolia, Frucht.

M) Pasania encleistocarpa, Frucht.

N) Pasania cornea, Frucht.

O) Pasania platycarpa, Frucht.

P) Pasania spicata, Fruchtzweig.



a) **Korkeiche (Quercus suber).** Nach Photographie.

Früchte und Blüten der Eichen (Quercus und Pasania).

A) Quercus robur, Blatt, männliche Blütenstände, männliche Blüte, vergrößert, und keimende Eichel.

B) Quercus tinctoria, Blatt, Früchte und Eichel.

C) Quercus mexicana, Fruchtzweig.

D) Quercus serrata, Blatt und Frucht.

E) Quercus cerris, Blatt und Frucht.

F) Quercus ilex, Fruchtzweig mit Galle, Querschnitt durch die Frucht.

G) Quercus suber, Fruchtzweig.

H) Quercus infectoria, Fruchtzweig mit Galle.

J) Quercus vallonea, Frucht.

K) Pasania cuspidata, Blatt, männliche Blütenstände, männliche Blüte, vergrößert, Frucht und Eichel.

L) Pasania lancifolia, Frucht.

M) Pasania encleistocarpa, Frucht.

N) Pasania cornea, Frucht.

O) Pasania platycarpa, Frucht.

P) Pasania spicata, Fruchtzweig.



a) Korkeiche (Quercus suber). Nach Photographie.

gewöhnlich ist es mehr oder minder schuppig, oft von langen Tentakeln oder zungenartigen Auswüchsen bedeckt, manchmal wieder weist es nur konzentrische Linien oder Falten auf. In den meisten Fällen sitzt die Eichel locker in dem Näpfchen, zuweilen aber ist sie an seiner Innenseite fest angewachsen. Die Eicheln sind bald rund, bald länglich, bald stumpf, bald spitz, bald am Ende eingedrückt, bald an der Spitze ausgezogen, bald zylindrisch, bald flachkugelig, bald kreiselförmig, bald haben sie eine konische Basis.

Auch die Blätter sind äußerst vielgestaltig: es gibt schmale lineale Blätter, lanzettliche, eiförmige, verkehrt-eiförmige, mit stacheligen Zähnen versehene, solche mit welligem, gesägtem oder gekerbtem Rande und solche mit mehr oder weniger tiefen Einbuchtungen, während die Lappen bald stumpf, bald spitz, bald ganzrandig, bald mit Stachelzähnen besetzt sind. Wenn man noch die verschiedenartige Behaarung hinzurechnet — zwischen kahlen und filzig behaarten Blättern sind alle Übergänge vorhanden, weiter die verschiedene Dicke der Blätter berücksichtigt und bedenkt, daß sie der Pflanze zum Teil nur einen Sommer, zum Teil aber mehrere Jahre dienen, so kommt man zu dem Schluß, daß es wenige variablere Gattungen gibt als die Eichen, und daß niemand zu sagen vermag, wie ein Eichenblatt eigentlich aussieht. Wenn trotzdem in der Botanik so häufig das Wort quercifolius, eichenblätterig, gebraucht wird, so meint man stets das verkehrt-eiförmige, tiefbuchtige Blatt unserer mitteleuropäischen Eichen; schon für die Südeuropäer würde das Wort keinen rechten Sinn mehr haben, da die dort vorkommenden Quercus cerris, ilex, suber, infectoria und coccifera lauter verschiedene Blattypen darstellen.

Die Verbreitung beider Gattungen reicht sehr weit; Quercus gehört mehr der ganzen nördlichen gemäßigten Zone an, Pasania vor allem dem östlichen tropischen Asien.

Die mehr als 100 Arten umfassende Gattung Pasania hat zweifellos den Hauptsitz ihrer Verbreitung im westlichen Teile von Hinterindien, namentlich auf der Malaiischen Halbinsel, jedoch finden sich auch zahlreiche Arten in Sumatra und Java, nicht so viele in Borneo, nur noch einzelne in Celebes und in Neuguinea, aber östlich davon keine mehr. Im Osthimalaja und in den Khasiabergen ist die Gattung durch eine Anzahl Arten vertreten, in die indische Tiefebene steigt sie jedoch nicht herab, und ebensowenig trifft man sie in den Gebirgen des Dekkan und Ceylons sowie im westlichen Himalaja. Dagegen verbreitet sie sich am Ostrande Asiens nach dem südlichen und mittleren China sowie nach Japan hin, ja eine Art, P. densiflora, findet sich sogar in Kalifornien, entweder als letzter Rest einer früher in die arktische Region hinüberreichenden Verbreitung der Gattung, oder aber auch als amerikanische Sonderbildung aus dem Urtypus der Eiche.

Die Gattung Quercus dagegen, die ungefähr 200 Arten umfaßt, hat nicht nur ein viel ausgedehnteres Wohngebiet als Pasania, sondern auch mehrere Zentren. Das größte liegt wohl im vorderen Orient, das zweite in Mexiko. Aber auch die Zahl der Arten Ostasiens und der östlichen Vereinigten Staaten ist bedeutend. Ebenso stark vertreten ist die Gattung im Himalaja, während die Zahl der Arten nach Burma zu schnell abfällt; immerhin gibt es auch noch einzelne Vertreter der Gattung auf den Großen Sundainseln. Mitteleuropa wird nur von drei, Südeuropa dagegen von mehr als einem Dutzend Eichenarten bewohnt. Von Mexiko aus sind einige Arten bis Zentralamerika und Kolumbien vorgedrungen, aber merkwürdigerweise nicht weiter längs der Anden; anderseits gibt es nördlich von Mexiko eine Reihe von Arten in Kalifornien.

Während das Fehlen der Eichen in Australien und Polynesien dadurch zu erklären ist, daß die Pasania-Arten erst dann nach den Philippinen, den Molukken und nach Neuguinea

vorgedrungen sind, als die Landbrücken nach Polynesien schon nicht mehr vorhanden waren, ist es schwer, sich das Fehlen der Eichen im tropischen und im südlichen Afrika verständlich zu machen, da doch Weiden bis dahin gelangt sind. Die Erklärung dürfte darin zu suchen sein, daß die Gebirge des tropischen Afrikas schon sehr lange durch klimatische Unterbrechungen vom Mittelmeergebiet getrennt gewesen sein müssen, Hindernisse, die zwar von den leichtbeschwingten Weidensamen überwunden werden konnten, nicht aber von den schweren Eicheln. Eine Besetzung Afrikas mit Eichen von Südamerika oder Indien aus in früher Tertiärzeit war ausgeschlossen, da sowohl im südlicheren Indien als auch in Brasilien selbst heute Eichen noch nicht vorkommen.

Überhaupt ist die Eiche eine der am schwierigsten wandernden Pflanzen, bei der Sprünge während der Wanderung so gut wie ausgeschlossen sind. Eine schmale Meeresstraße, eine Steppenlandschaft oder ein höheres Gebirge genügen schon, um die Wanderung aufzuhalten. Daher eignet sich die Gattung vorzüglich dazu, alte Landverbindungen festzustellen, und für pflanzengeographische Studien ist die Untersuchung der Verbreitung der Eichen von außerordentlichem Wert, zumal ihre charakteristischen Früchte sowie die Blätter der nordischen Arten auch in Abdrücken aus der Vorzeit leicht und sicher zu bestimmen sind.

In der Tat sind schon fast ebenso viele fossile Eichenarten beschrieben worden, wie lebende Arten bekannt sind, und zwar aus den verschiedensten Gegenden, aus dem Tertiär sowohl wie aus der Kreideperiode. Es ist bemerkenswert, daß die Arten aus der Kreidezeit Europas wahrscheinlich der Gattung Pasania angehört haben; man muß sie deshalb wohl als eine ältere Formenreihe ansehen. Im Tertiär scheinen neben Pasania-Arten auch Verwandte der Steineiche Europa bewohnt zu haben, aber noch nicht unsere mitteleuropäischen Formen. Dagegen ist Quercus sessilis schon für die Zwischeneiszeit in Nordwestdeutschland festgestellt. Trotz des hohen Alters der Gattungen stehen die Eichen wohl noch jetzt in der Zeit der Blüte, besonders die Gattung Quercus, während man bei Pasania in der Beschränkung der meisten Arten auf den tropischen Regenwald Südostasiens schon eher ein Zurückschreiten erblicken kann.

Aber nicht nur durch Formenmenge, sondern auch durch Massenhaftigkeit des Auftretens spielen die Eichen, namentlich der Gattung Quercus, eine wichtige Rolle. Wie in Mitteleuropa bedecken auch in Nordamerika gewaltige Eichenwälder große Strecken Landes, soweit nicht der Mensch die natürliche Pflanzendecke vernichtet hat, und das gleiche dürfte, nach den Waldresten zu urteilen, wohl auch in China der Fall gewesen sein. Ebenso kann man annehmen, daß die Steineiche vor der Waldverwüstung im Mittelmeergebiet von hervorragender Bedeutung gewesen ist; freilich weisen in der Gegenwart nur noch wenige größere Steineichenwälder darauf hin. Dagegen bedeckt noch heutigestags das Eichengestrüpp weite Strecken Landes in Südeuropa und namentlich im vorderen Orient, und zwar sind sowohl blattabwerfende als auch immergrüne Eichen an seiner Bildung beteiligt. Im tropischen Regenwalde treten die Eichen weniger stark hervor, hauptsächlich deshalb, weil die Wälder, in denen sie vorkommen, stets Mischwälder sind, die aus vielen Baumarten bestehen; immerhin gibt es manche Waldgebiete in Hinterindien und Java, in denen die Eichenarten tonangebend sind. Die regelrechte forstmännische Ausbeutung dieser Wälder wird aber natürlich durch die Schwierigkeit, größere Massen des gleichen Holzes aus den einzelnen Wäldern herauszuschaffen, stark beeinträchtigt.

Die drei in Mitteleuropa wild vorkommenden Eichenarten gehören alle zu derselben Sektion Lepidobalanus der Gattung Quercus, und zwar zu der Sippe der Borkeneichen oder Robur. Von ihnen ist Q. pubescens eigentlich als Mittelmeereiche anzusehen, die

in die Gebiete nördlich der Alpen eingedrungen ist, während unsere anderen beiden Eichen kaum als südeuropäisch gelten können, obgleich sich die Stieleiche in Griechenland, in Sizilien und auf der Sierra Morena in Spanien findet, und Q. sessilis wenigstens in Kleinasien vorkommt.

Während Q. pubescens oder lanuginosa, die weichhaarige Eiche, die in Ungarn und Siebenbürgen besonders formenreich auftritt, zwar auch in Böhmen noch häufig ist, dagegen in Deutschland wild nur an wenigen Stellen im Elsaß und in Baden sowie bei Jena vorkommt, gelten die beiden Arten Q. pedunculata oder robur, die Stiel- oder Sommereiche, und Q. sessilis oder sessiliflora, die Trauben- oder Wintereiche, als urdeutsche Bäume, obgleich auch sie in Ungarn und seinen Nachbarländern, Kroatien, Siebenbürgen usw., gleichfalls in ausgedehntester Weise waldbildend auftreten.

Die weichhaarige Eiche, Q. pubescens, ist im allgemeinen strauchartig und erreicht als Baum nur eine Höhe von 20 m. Sie ist im übrigen der Traubeneiche sehr ähnlich, nur hat sie unterseits weichhaarige, in der Jugend weißfilzige Blätter und filzige Knospen und Eichelnäpfchen. In Deutschland spielt sie keine bedeutende Rolle, wohl aber im Mittelmeergebiet als Holzlieferant in höher gelegenen Gebieten, besonders auf Kalkboden.

Die Stieleiche, Q. pedunculata, sowohl wie die Traubeneiche, Q. sessilis, sind mächtige Bäume, die bis zu 40 m hoch und bis 1500 Jahre alt werden. Beide Arten haben im ausgewachsenen Zustande kahle Blätter, die aber bei der Stieleiche kurz gestielt und am Grunde geöhrt sind (Taf. 28, b, A), während sie bei der Traubeneiche lang gestielt und am Grunde nur schwach ausgerandet oder in den Blattstiel vorgezogen sind. Erstere hat gestielte Früchte und rundliche Knospen, letztere sitzende Früchte und eiförmige Knospen. Beide blühen in Deutschland in der Regel im Mai, erstere aber etwas früher als letztere. Die Stieleichen werfen ihr Laub im Spätherbst ab, bei den Traubeneichen wird das im Herbst sich bräunende Laub erst im Frühling durch die sich entfaltenden jungen Blätter abgestoßen. Beide ertragen Winterkälte von mehr als 30° C, doch findet Q. sessilis ihre Nordgrenze in Skandinavien beim 60. Breitengrad, Q. pedunculata erst in der Nähe von Drontheim bei 63° nördl. Br. In den Nordalpen steigt die Traubeneiche im Berner Oberland bis 1300 m, in Wallis bis 1250 m, während die Stieleiche in Wallis bis 1600 m (Q. pubescens bis 1450 m) hinaufreicht.

Der Eichbaum ist der König des deutschen Waldes; er ist ein Sinnbild der männlichen Kraft, der Standhaftigkeit und der Treue. Schon in der Vorzeit haben die Germanen den Eichbaum mit Ehrfurcht betrachtet; den Namen Eiche, althochdeutsch eih, bringt man mit dem altindischen igjâ (Verehrung) in Zusammenhang. Der Baum war im germanischen Altertum dem allgewaltigen Donnergott Donar oder Thor geweiht, den heiligen Eichenhain durfte bei Todesstrafe kein Uneingeweihter betreten. Unter den Eichen wurde von den Germanen den Göttern geopfert, und die Schädel der geopferten Pferde wurden an den heiligen Bäumen befestigt. Unter der Mahleiche kam man zusammen, um über Krieg und Frieden zu beschließen und Gericht abzuhalten, und mit Kränzen aus Eichenlaub wurden verdienstvolle Handlungen belohnt.

Als das siegreiche Christentum die alten Bräuche bekämpfte, wurde zunächst die Eiche entthront, und bekannt ist, wie Bonifazius die dem Thor heilige Eiche in Hessen ungestraft fällte und dadurch den Beweis erbrachte, daß die heidnischen Götter dem neuen Gott nicht zu widerstehen vermochten. Naturgemäß wurde die Eiche dann allmählich zum Aufenthaltsort des Teufels und seines Gefolges herabgedrückt; auf ihr pflegten sich z. B. in der Walpurgisnacht die Hexen zu schaukeln. Die Donareichen wurden zu Hexeneichen,

freilich, von Priestern geweiht, zuweilen auch zu Marieneichen; aus den Mahleichen wurden Mehleichen, die man mit Müllerspuk in Verbindung brachte. Die Eiche blieb zwar trotzdem ein Gegenstand der Ehrfurcht, aber sie wurde auch mit Grauen und geheimem Schauder betrachtet. Eine rechte Vertrautheit konnte nicht mehr aufkommen, und innige Beziehungen, wie sie der Deutsche im Mittelalter zu seiner Dorflinde besaß, beherrschten das Gefühlsleben damals nicht. Erst das 19. Jahrhundert mit seinen Befreiungskriegen und dem zunehmenden Verständnis für das heidnische Germanentum erweckte wieder die Liebe zu der deutschen Eiche. Sie wurde das Symbol des Deutschtums, von vielen Dichtern gefeiert.

„Der schönste Schmuck im deutschen Haine,
Die Eiche ist's, wer stimmt nicht bei?
Daß Deutschland nur in allem andern
So wie in diesem einig sei."

Als Deutschland schließlich durch den Krieg von 1870/71 zur Einigkeit gelangte, wurden allüberall in deutschen Gauen als Symbol des dauernden Friedens Eichen gepflanzt, die ihrem Namen Friedenseichen ja bis heute Ehre gemacht haben.

Freilich sind die Deutschen keineswegs die einzigen, die dem Eichbaum ihre Huldigung darbringen. Auch die Kelten im alten England, namentlich aber die Basken verehrten den Baum; die Römer weihten ihn dem Jupiter und flochten die Bürgerkrone, ihre höchste Auszeichnung, aus Eichenlaub. Die Griechen hatten das weitberühmte Orakel des Zeus zu Dodona in Epirus in einem Eichenhain, und aus dem Rauschen der Eichenzweige erlauschten die Priester die Kundgebungen des Gottes. Vielleicht brachten die arischen Völker deshalb die Eiche in so mannigfaltige Beziehung zu dem über Blitz und Donner gebietenden Gott (Zeus, Jupiter, Thor), weil sie erkannten, daß der Blitz besonders häufig in alte Eichbäume einschlägt. Daß noch heute für viele Zeremonien und Heilkuren alte Eichen aufgesucht werden, ergibt sich aus ihrer mythologischen Bedeutung von selbst.

Die Eiche ist ein Baum, der nach den neueren sprachlichen Forschungen den Indogermanen vor ihrer Trennung ebenso wie die Buche bekannt gewesen ist. Der Wohnsitz der Indogermanen muß also zu jener Zeit in einem Waldgebiet, das beide Pflanzen aufwies, gelegen haben. Erst auf ihren Wanderungen kamen sie in ein Gebiet der Nadelhölzer. Ist dies richtig, so müssen sie von Westen, vielleicht sogar von Nordwestdeutschland, dem Hauptsitz der Buche und Eiche, aus auf ihren Zügen nach Osten ins Gebiet der Fichte gezogen sein. Aber lange vor dieser Wanderung muß Deutschland schon von Eichenwäldern bedeckt gewesen sein: die ältesten sicheren Spuren des Menschen auf dem alten Gletscherboden der nordeuropäischen Länder nach der letzten Eiszeit, die jütischen und dänischen Muschelhaufen oder Kjökkenmöddinger, die Abfallhaufen eines Jagd und Fischfang treibenden Volkes, erweisen, daß die damaligen Wälder aus Laubwald und vorwiegend aus Eichen bestanden. Die Eichenperiode oder, wie sie auch genannt wird, die Eichen-Erlenperiode dieser Gebiete muß von sehr langer Dauer gewesen sein. Zahllose Eichenreste, nicht nur Blätter und Eicheln, sondern sogar Zweige und Stämme, sind in den alten Mooren erhalten, die früher Dänemark und das südliche Schweden bedeckten, und zwar aus Zeiten, die der Einwanderung der Buche weit vorausgingen. Die Eiche ist schon zur sogenannten Ancyluszeit nach Schweden gelangt, d. h. zu einer Zeit, wo noch eine Landbrücke zwischen Jütland und Schonen bestand; man hat ihre Reste zusammen mit Erlen, Haseln usw. in den submarinen Mooren im Sund und an der schwedischen Südküste gefunden.

Trotz ihrer geringen Wanderungsfähigkeit scheint sich also die Eiche, wenn auch lange nach dem Vormarsch der Birken, Zitterpappeln und Kiefern, doch noch vor dem Eindringen

der Menschen in Nordwestdeutschland und Jütland heimisch gemacht zu haben. Freilich werden von manchen Forschern verkohlte Kiefernstubben in den Mooren mit dem Vorhandensein des Menschen schon in jener der Einwanderung der Eiche vorangegangenen Zeit in Verbindung gebracht.

Die Eiche kennzeichnet also die dritte große Periode nach dem Rückzug des Eises: die erste war die Tundrenflora, wie sie jetzt noch am Nordkap Europas herrscht, mit Zwergbirken und Zwergweiden, Silberwurz (Dryas octopetala) usw., die zweite ist die Periode der weichhaarigen Birke, der Zitterpappel und der Kiefer, wenn man letztere nicht als Typus einer besonderen Periode ansehen will, die dritte ist durch die Eichen und die Erlen charakterisiert.

Diese letzte Periode reicht bis in die Gegenwart, freilich aber fast nirgends mehr in ursprünglicher Reinheit, da die Eiche in vielen Gebieten allmählich durch die Buche verdrängt wurde, während sich die Erle in den Sümpfen natürlich besser erhalten konnte.

Man darf nämlich nicht annehmen, daß ein Eichenwald ein geschlossenes und unbesiegbares Ganzes darstellt, wie etwa ein Buchenhain. Im Gegenteil, der Eichenwald hat zu viel natürliche, durch seinen Wuchs bedingte Lücken, als daß nicht in seinem infolgedessen lichten Schatten neben dem eigenen Nachwuchs auch andere konkurrierende Pflanzen, besonders Buchen und Fichten, gedeihen und heranwachsen könnten. Da die Eiche ein überaus langsames Wachstum hat — der Stamm einer 20jährigen Eiche kann noch mit den Händen umspannt werden, nach 200 Jahren ist die Eiche erst ausgewachsen —, so wird der Nachwuchs in vielen Fällen von den Eindringlingen unterdrückt, die dann nur auf den Zusammenbruch der alten Generation zu warten brauchen, um später als Buchen- oder Fichtenwald an deren Stelle zu treten. So ist denn der herrliche Baum allmählich stark zurückgedrängt und durch Buche und Fichte, in neuerer Zeit sogar durch die Kiefer geschlagen worden. Freilich trug der Mensch auch das Seinige dazu bei durch seine Rodungen während des Mittelalters: unzählige Ortsnamen beweisen, daß da, wo jetzt lachende Kornfelder sich ausbreiten, ehemals ausgedehnte Eichwaldungen gestanden haben.

Noch jetzt findet man häufig in den Mooren und Marschen Nordostdeutschlands gewaltige Eichenstämme (Taf. 1). Wie diese Wälder ausgesehen haben mögen, das bezeugen noch heute einige alte Urwaldreste, wie sie sich im Neuenburger Wald bei Wilhelmshaven und besonders im Oldenburgischen bei Hasbruch in der Nähe der alten Zisterzienserabtei Hude erhalten haben. Der gewaltigste Baum dieses Eichenhaines, die „dicke Eiche", hat einen Stammumfang von nicht weniger als 10 m, wogegen die „Amalieneiche" als die schönste und malerischste gilt; die abgestorbenen werden von Efeu, Brombeeren, wilden Rosen und Farnkräutern eingehüllt.

Während zu Beginn unserer Zeitrechnung im östlichen Deutschland wohl die Koniferen schon das Übergewicht hatten, war in Süd-, Mittel- und besonders in Westdeutschland die Eiche der vorherrschende Baum. Nur die Mittelgebirge, wie der Schwarzwald, der Bayrische und der Böhmerwald, der Harz und der Thüringer Wald, die dem Nadelwald bessere Bedingungen entgegenbrachten, waren mit Fichtenwäldern bedeckt. Die Nadelholzwälder galten als wertlos, während die Wälder der Laubbäume, der arbores frugiferae, zu Mast und Weide benutzt wurden; so zieht sich der obergermanische limes genau an der Grenze des westlichen nutzbaren Laubwaldes und des östlichen wertlosen Nadelwaldes hin.

Die aus dem damals schon sehr schwach bewaldeten Italien kommenden Römer wurden mit Staunen vor diesen gewaltigen germanischen Wäldern erfüllt, und namentlich Plinius schildert die Rieseneichen in der Gegend der Emsmündung, die, von den Fluten

entwurzelt und unter sich doch verankert, als schwimmende Wälder die römischen Flotten bedrohten, so daß diese nicht selten eine Seeschlacht gegen Bäume führen mußten. Auch aus dem Norden des Herzynischen Waldes beschreibt er Eichen, die so alt seien wie die Welt, unglaublich dick und von fast unendlicher Lebensdauer. Ganze Abteilungen der Reiterei seien unter den bogenförmigen Wurzeln gestürzter Eichen wie unter Toren hindurchgeritten. Und wie in diesem Herzynischen Walde, so war die Eiche tonangebend im westdeutschen Gebirgsland vom Odenwald und Taunus bis zum Teutoburger Wald und Wesergebirge, ebenso in der nordwestdeutschen Ebene von Rheinland und Westfalen bis Oldenburg, ja selbst die Lüneburger Heide war im 13. Jahrhundert noch zum Teil mit Eichenwaldungen bedeckt. Erst im äußersten Nordwesten wurde der Eiche der Rang durch die Buche streitig gemacht. Wenn Plinius von den riesigen Einbäumen germanischer Seeräuber berichtet, die bis zu dreißig Mann trugen, so waren diese zweifellos, wie die meisten Einbäume, aus Eichenholz.

Als nach Einführung des Christentums in Deutschland die Periode der großen Rodungen begann und namentlich vom 12. Jahrhundert an unter der Einwirkung der Klöster weite Landstrecken urbar gemacht wurden, lichtete man wohl zuerst die Eichenbestände der Ebene. Als dann später der Waldverwüstung durch Wiederaufforstung entgegengewirkt wurde, begünstigte man mehr die schneller wachsenden und anspruchsloseren Nadelhölzer, zumal viele Ländereien infolge Sinkens des Grundwasserspiegels, Auslaugung des Bodens und Verschlechterung desselben durch Streunutzung für die anspruchsvolleren Laubbäume nicht mehr recht geeignet waren. So erklärt sich, daß, während sich früher der größere Teil des deutschen Waldes aus Laubbäumen zusammensetzte, jetzt die Nadelhölzer zwei Drittel des Waldbestandes ausmachen. Erst in der allerneuesten Zeit erstrebt die Forstwirtschaft wieder die Anpflanzung gemischter Waldungen; aber heute sind jedenfalls unsere Wälder noch weit ärmer an Eichen als vor 100 Jahren, und im deutschen Osten bilden sie nur fünf Prozent des gesamten Waldes.

Die Äbtissin Hildegard von Bingen beschreibt unseren Baum folgendermaßen: „Die Eiche ist hart und bitter, und es ist nichts Weiches an ihr.“ In der Tat ist das Holz der Eiche von außerordentlicher Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse, und schon aus diesem Grunde überwiegt es bei den Holzfunden in altgermanischen Gräbern und römischen Baudenkmälern. Die bei Mainz gelegentlich eines Brückenbaues tief im Strombett des Rheins gefundenen Überreste der alten Heerstraßenbrücke der Römer, die das Hauptlager des Drusus, das Castrum Moguntiacum, mit dem Castellum Trajani verband, bestanden aus 8 m langen, 50 cm dicken Eichenpfählen. Diese waren so gut erhalten, daß eine Berliner Pianofortefabrik, die zehn Zentner davon erwarb, im April 1883 vier Instrumente daraus herstellen konnte, die sich durch besonders schönen Klang auszeichneten.

Der Nutzen unserer Eichen ist ebenso bedeutend wie mannigfaltig. Das Kernholz ist braun, der Splint hellbraun bis weißlich. Charakteristisch sind die weiten Gefäße des Frühlingsholzes: die großen Poren liegen also an der Innenseite jedes Jahresringes. Nicht nur durch seine Dauerhaftigkeit, sondern auch durch seine Schwere und Härte zeichnet sich das Eichenholz aus; es dient zu allen Zwecken, die Dauerhaftigkeit und Stärke verlangen, doch muß man vermeiden, es mit Eisen in Berührung zu bringen, offenbar seines Gerbstoffgehaltes wegen. Besonders beliebt ist das Eichenholz für Schiffsbauten, für Fässer, für Maschinenteile und dauerhafte Geräte sowie für Eisenbahnschwellen. Auch zu massiven Möbeln, namentlich für Speise- und Herrenzimmer, wird es gern verwendet. Weniger kommt es als Brennholz und zur Bereitung von Holzkohlen in Betracht.

Die Eichenrinde ist noch immer ein sehr wichtiges Gerbstoffmaterial, wenn sie auch durch ausländische Stoffe, namentlich Quebracho, immer mehr zurückgedrängt wird. Sowohl die Rinde der älteren als auch besonders die der jungen Bäume liefert die zum Gerben nötige Lohe, und in manchen Gegenden wird die Eiche hierzu in Form von Schälwaldungen besonders kultiviert, obgleich die Rentabilität dieser Kulturen durch die ausländischen Materialien sehr gelitten hat. Österreich-Ungarn, Frankreich, Belgien und Holland sind die Hauptproduktionsländer der Eichenrinde und des gleichfalls zum Gerben in den Handel gelangenden Eichenholzextraktes. Die ausgeloheten und dann in viereckige Formen gepreßten Rückstände, der Lohtorf oder die Lohziegel, werden als Brennmaterial benutzt. Auch ein roter Farbstoff, das Eichenrot, kann durch Kochen mit Säuren aus der Rinde gewonnen werden.

Die Gallen oder Galläpfel unserer Eichen enthalten im allgemeinen zu wenig Gerbstoff, um als Gerbmaterial mit den levantinischen Galläpfeln in Wettbewerb treten zu können, immerhin kommen doch die runden deutschen sowie die französischen und die kleinen ungarischen Galläpfel von Quercus sessilis und pubescens, die durch den Stich der Gallwespen Cynips kollari und lignicola an den jungen Trieben erzeugt werden, in den Handel. Aus Ungarn kommen ferner große Galläpfel von Quercus pedunculata, die dem Stich einer anderen Gallwespe, Cynips hungarica, ihre Entstehung verdanken. Auch Knoppern der drei Arten, die durch den Stich einer dritten Gallwespe, Cynips calicis, an den jungen Früchten hervorgebracht werden und unregelmäßige, langhöckerige Auswüchse des Fruchtbechers darstellen, sind ein Handelsgegenstand, und zwar namentlich für Österreich-Ungarn und die Donaustaaten.

Die Eicheln sind ein gutes Schweinemastfutter, doch tragen die Eichen in den verschiedenen Jahren sehr ungleich. Den Menschen dienen die Eicheln nur in Zeiten der Hungersnot als Nahrungsmittel, so z. B. der russischen Landbevölkerung während der Mißernten der letzten Jahre in gemahlenem Zustande als Ersatz des Mehles. Kleinere Mengen werden auch zur Herstellung eines koffeïnfreien Kaffeeersatzes, des Eichelkaffees, gebraucht oder in Mischung mit Kakao zur Bereitung von Eichelschokolade: stärkemehlreiche Präparate, die infolge ihres geringen Tanningehaltes auch einen gewissen medizinischen Wert haben.

Als Zier- oder Alleebäume findet man die Eichen massenhaft angepflanzt, in Parkanlagen häufig in Formen mit hängenden Zweigen, var. pendula, oder mit mehr oder weniger tief geschlitzten Blättern, var. dissecta, pectinata, laciniata, asplenifolia usw.

Von den zahlreichen, zum Teil recht wichtigen ausländischen Arten kann hier natürlich nur ein kleiner Teil besprochen werden.

Zur Sippe Robur oder Borkeneichen gehören außer den in Deutschland heimischen Eichen vor allem mehrere ostasiatische Arten, von denen die gezähnte Eiche, Q. dentata, auch Kaisereiche genannt, durch ihre als Gerbmaterial dienende Rinde bemerkenswert ist, die mongolische Eiche, Q. mongolica, sich aber dadurch auszeichnet, daß auf ihr wie auf Q. serrata (Taf. 28, b, D) der chinesische Eichenspinner, und zwar besonders in Schantung, gezüchtet wird. Q. dentata ist ein schöner, in Deutschland fast ganz winterharter Zierbaum mit prächtiger, tief orangeroter Herbstfärbung.

Zur gleichen Sektion Lepidobalanus gehört die Sippe Cerris, sommergrüne Bäume des Mittelmeergebietes, die durch zweijährige Fruchtreife gekennzeichnet sind.

Der Hauptvertreter dieser Sippe ist die Zerreiche, auch österreichische oder burgundische Eiche genannt, Q. cerris, ein stattlicher, bis 45 m hoher Baum, der in Deutschland nur angepflanzt vorkommt, aber schon in der Südschweiz sowie in Unterösterreich, Mähren und Ungarn im wilden Zustand auftritt und besonders in Südeuropa verbreitet ist. Er ist charakterisiert durch spitz sägeförmig-gelappte Blätter und namentlich durch fadenförmige, zurückgekrümmte Schuppen der Näpfchen (Taf. 28, b, E). Die Rinde dient als Gerbmaterial, die Eicheln sind eßbar.

Der Zerreiche stehen die Valoneneichen nahe, schöne, mittelhohe Bäume mit meist grob gesägt-gezähnten Blättern. Sie bewohnen Vorderasien und die Balkanhalbinsel in größerer Artenzahl und bilden in Kleinasien und auf den Inseln des Griechischen Archipels bisweilen ganze Wälder. Besonders bekannt ist die Valoneneiche, Q. vallonea, vom Taurus im südlichen Kleinasien, und die arkadische Eiche, Q. macrolepis oder Q. aegilops, aus Griechenland, von denen die letztere ihren lateinischen Namen den langen Becherschuppen verdankt, die dem leeren Becher eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Ziegenauge (ὄψις τῆς αἰγός) verleihen. Diese Arten, deren Früchte auch gegessen werden, liefern dem Handel die Valonen oder Wallonen (von βάλανος, Eichel, abgeleitet), auch fälschlich levantinische Knoppern genannt; diese gibt es zwar auch, aber sie stellen Gallen anderer Eichenarten dar. Unter Valonen versteht man dagegen die besonders großen und gerbstoffreichen Fruchtbecher dieser Arten (Taf. 28, b, J); sie werden in der Gerberei und zum Schwarzfärben benutzt und bilden von Kleinasien und Griechenland aus einen nicht unbedeutenden Handelsartikel.

Wohl gleichfalls zu dieser Sippe gehört die sägeblätterige Eiche, Q. serrata, ein hoher Baum, dessen an die der echten Kastanie erinnernde, eigenartig borstig gezähnte Blätter (Taf. 28, b, D) auffallend von dem Typus des Eichblattes abweichen. Diese Art zeichnet sich durch ihre weite Verbreitung aus, die vom Himalaja und Khasiagebirge bis Japan reicht. Im mittleren Japan kommt sie häufig in geschlossenen Beständen vor. Sie ist die Futterpflanze des japanischen Eichenspinners, Antherea yama-mai, der an strauchig gehaltenen Eichen dieser Art im Freien seiner schönen Seide wegen gezüchtet wird.

Eine weitere Unterabteilung der Sektion Lepidobalanus bildet die Sippe Suber oder Korkeiche, die immergrüne Eichen mit kleinen, mehr oder weniger gezähnten Blättern umfaßt.

Am bekanntesten und wichtigsten ist die echte Korkeiche, Quercus suber (Taf. 28, a und b, G), ein mittelhoher Baum des westlichen Mittelmeergebietes, der besonders in Spanien und Algerien waldbildend auftritt und als wichtig für die Forstkultur betrachtet wird. Zusammen mit der in Portugal und Südwestfrankreich vorkommenden Q. occidentalis und der in Ligurien heimischen Q. pseudosuber liefert er nämlich den Kork des Handels. Der langlebige Baum wird alle acht bis zehn Jahre geschält, d. h. die dicke Korkschicht wird bis auf das Rindenparenchym weggenommen. Die ursprüngliche Korkborke, der sogenannte männliche Kork, hat nicht viel Wert und wird als Dachdeckmaterial, für künstliche Grotten und auch zu Heizzwecken verwendet. Erst der sich nach der Entrindung neu bildende Kork, der sogenannte weibliche Kork, hat die regelmäßigen, weit- und dünnwandigen Korkzellen, wie sie der Handel begehrt; die 5 cm dicken Korkschichten werden in heißem Wasser geweicht und plattgedrückt. Ihre Verwendung ist sehr mannigfach: sie dienen als Schwimmgürtel, Korksohlen, Matratzen, Korkschnitzarbeiten usw., am meisten aber zur Herstellung von Korkstöpseln. Die Korkkohle wird als schwarze Malerfarbe und als Zahnpulver benutzt; die junge Rinde kann auch in der Gerberei verwendet werden.

Die im ganzen Mittelmeergebiet verbreitete Kermes- oder Scharlacheiche, Q. coccifera, hat ebenso wie die verwandte, auf das östliche Mittelmeergebiet beschränkte Q. calliprinos kleine, dornig gezähnte Blätter und bildet als niedriges Gestrüpp eine wichtige Charakterpflanze trockener Berghänge. Ihren Namen hat sie daher, daß die sogenannten Kermesbeeren oder Scharlachkörner von dieser Eiche gesammelt werden, nämlich die braunroten, mit rotem Saft gefüllten, erbsengroßen Hüllen der Kermesschildlaus (Lecanium ilicis); diese werden von den griechischen Hirten mit den Fingernägeln abgekratzt und besonders nach Ägypten und Tunis ausgeführt, wo sie zum Färben von Wolltüchern dienen oder vielleicht besser dienten, da die Anilinfarben den Erwerbszweig ziemlich untergraben haben. Der Name Kermes kommt von dem arabisch-persischen kermas („wurmerzeugt"), und daraus ist wieder das Wort Karmesin, Karmin entstanden; auch Kermessirup und Alkermeskonfekt waren früher im Gebrauch.

Nahe verwandt mit den Korkeichen ist die für das Mittelmeergebiet besonders charakteristische Sippe Ilex oder Steineiche, deren Arten durch ihr immergrünes Laub, einjährige Fruchtreife und die kurzen, abgerundeten Griffel gekennzeichnet sind, während die Griffel von Zerr-, Valonen- und Korkeichen spitz sind.

Der Hauptvertreter der Sippe ist die bekannte Steineiche, Quercus ilex (Taf. 28, b, F), ein schöner Baum des ganzen Mittelmeergebietes, der oft waldbildend auftritt und früher als Waldbaum große Strecken bedeckt haben muß. Noch jetzt findet man häufig Reste uralter Steineichenbestände, und die Abrahamseiche zu Hebron im südlichen Palästina ist ein berühmtes Beispiel eines solchen Veteranen. Das schwere, harte Holz der Steineiche wird sehr geschätzt, die Rinde dient zum Gerben. Die Blätter sind bald ganzrandig, bald dornig, unterseits bald kahl, bald behaart. Die Eicheln sind stärkereich und

dienen geröstet oder roh als Nahrung. Mit Zucker, Gewürz und Stärke wird aus ihnen das arabische Rakahout hergestellt, eine Art Kaffeeersatz, während in Spanien und Algerien die Eicheln als solche einen Marktartikel bilden. Bei den Aufforstungsbestrebungen im Mittelmeergebiet spielt die Steineiche mit ihrer Varietät ballota eine große Rolle.

Die Sippe Gallifera oder Galleiche steht, was die Griffelform betrifft, der Steineiche nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die zweijährige Fruchtzeit und die kurzlebigen Blätter. Sie umfaßt baum- und strauchförmige Eichen des gesamten Mittelmeergebietes.

Am bekanntesten ist die levantinische Galleiche, Q. infectoria, welche die im Handel beliebten türkischen, kleinasiatischen und syrischen (Aleppo-) Galläpfel liefert (Taf. 28, b, H); diese werden durch die Gallwespe Cynips gallae tinctoriae erzeugt. Auch von den kurdischen Gebirgen kommen große Galläpfel als Mossulgallen in den Handel. Am wertvollsten sind die noch nicht durch das ausschlüpfende Insekt durchbohrten Gallen. Sie dienen zur Bereitung von Tinte (Aleppo- oder Gallustinte), zum Färben und zur Herstellung der zusammenziehenden Galläpfeltinktur.

Unter den amerikanischen Eichen gibt es eine große Gruppe, die gleichfalls zur Sektion Lepidobalanus gehört. Sie enthält sowohl laubabwerfende als auch immergrüne Arten; ihre Verbreitung reicht vom nördlichen Teil Nordamerikas bis weit in die Tropen hinein.

Mit der Sippe der Steineichen verwandt sind die immergrünen amerikanischen Arten, darunter vor allem die goldschuppige Eiche, Q. chrysolepis, ein für die kalifornische Hartlaubvegetation charakteristischer mächtiger, bis 33 m hoher Baum mit lederigen, unterseits rostgelb-filzigen, ganzrandigen oder einzelne scharfe Zähne tragenden Blättern und eßbaren Früchten; man könnte ihn die kalifornische Steineiche nennen. Im südlichen Nordamerika vertritt Q. virens, die vortreffliches Holz hat, die Steineiche.

Weit wichtiger sind die laubabwerfenden amerikanischen Arten der Sektion, die Sippe der Albae oder Weißeichen, Bäume mit heller, in Platten sich ablösender Rinde, sehr geschätztem Holz und mit Blättern, die sich im Herbst purpurn, orange oder braun verfärben. Am bekanntesten ist die Weißeiche, Q. alba, mit schwach fiederlappigen, unterseits weißlichgrünen, gelbnervigen Blättern und eßbaren Eicheln; ihre Früchte werden gegessen; sie kommt im ganzen westlichen Nordamerika von Maine bis Florida und vom Winnipegsee bis Texas vor. Auch die lederblätterige, aber doch sommergrüne Kastanieneiche, Q. prinos, ein bis 30 m hoher Baum, der die mittleren und südlichen Vereinigten Staaten bewohnt, ist eine bekannte Pflanze dieser Gruppe.

Die Sektion Erythrobalanus unterscheidet sich von der Lepidobalanus genannten durch die linealisch verlängerten, vorn kopfigen Griffel und die oft dickwandigen, innen filzigen Schalen der Eicheln; auch finden sich die verkümmerten Samenanlagen im oberen Teile der Frucht, nicht nahe der Basis wie bei der anderen. Die Mitglieder der Sektion sind auch an den Blättern leicht kenntlich, und zwar dadurch, daß diese oder ihre Lappen in kurzen Grannen enden.

Diese amerikanischen Eichen kann man einteilen in die Sippen der Weiden-, der Scharlach- und der Schwarzeichen; die Blätter der ersten beiden Gruppen zeigen eine lebhafte Herbstfärbung, die bei den Scharlacheichen meist prächtig rot ist.

Die Weideneichen, deren Hauptvertreter, die Weideneiche, Q. phellos, ein von Neuyork bis Texas und Georgia verbreiteter 20 m hoher Baum ist, haben ganzrandige oder sparsam gezähnte Blätter. Die Schwarzeichen haben ganzrandige oder wenig gelappte Blätter, während die Blätter der Scharlacheichen buchtig gelappt sind. Namentlich die letzteren sind ihres interessant geformten Laubes, ihrer auffallenden Herbstfärbung und ihres schnellen und schönen Wuchses wegen in Anlagen und als Alleebäume sehr beliebt. Die Roteiche, Q. rubra, mit schmalen Blattbuchten, die Scharlacheiche, Q. coccinea, mit breiten Blattbuchten, und die Sumpfeiche, Q. palustris, mit tief fiederspaltigen Blättern, werden in Deutschland häufig angepflanzt. Q. tinctoria (Taf. 28, b, B), die vielleicht nur eine Form von Q. coccinea ist, liefert die als gelbes Färbemittel massenhaft gebrauchte Querzitronrinde.

Eine dritte Sektion, Cyclobalanopsis, hat nur kurze, vorn verbreiterte Griffel und einjährige Fruchtreife, ferner sind die Schuppen des Fruchtbechers zu Zonen verwachsen. Sie umfaßt zahlreiche immergrüne Arten des tropischen und des östlichen Asiens, von denen die Spitzeiche, Q. acuta, Japan und Korea bewohnt. Größere wirtschaftliche Bedeutung haben sie nicht.

Die Gattung Pasania oder Südeiche weist in der Becher- und Fruchtform eine große Mannigfaltigkeit auf; namentlich flache Eicheln finden sich hier sehr häufig.

Bei der Sektion Chlamydobalanus wird die Eichel vom Becher ganz umgeben, wie die zugespitzte Südeiche, P. cuspidata, aus Japan (Taf. 28, b, K), die hüllfrüchtige Südeiche, P. encleistocarpa (Taf. 28, b, M), und die lanzenblätterige Südeiche, P. lancifolia (Taf. 28, b, L), zeigen. Die Schuppen des Bechers sind deutlich (Taf. 28, b, K) oder zu Zonen verwachsen (Taf. 28, b, L und M). Bei der Sektion Cyclobalanus tragen die napfförmigen Becher zu konzentrischen Zonen verschmolzene Schuppen, so z. B. bei der plattfrüchtigen Südeiche, P. platycarpa (Taf. 28, b, O). Bei der Sektion Lithocarpus sind Eichel und Napf eng miteinander verwachsen, und die Schale der Eichel ist steinhart wie bei der hornigen Südeiche, P. cornea (Taf. 28, b, N). Die weitaus die meisten Arten umfassende Sektion Eupasania hat wirkliche schuppentragende Näpfe und nicht mit ihnen verwachsene Eicheln, so z. B. die javanische ährenförmige Südeiche, P. spicata (Taf. 28, b, P); diese Sektion reicht bis Japan (P. glabra), Kalifornien (P. densiflora) und Neuguinea. Das Holz vieler Arten dieser Gattung ist zwar gut brauchbar, da die Bäume aber keine geschlossenen Wälder bilden, sondern nur im Mischwalde auftreten, ist ihre wirtschaftliche Bedeutung vorläufig nur gering. Die Früchte einiger Arten werden gegessen.

Reihe 12:

Urticales oder Nesselartige Gewächse.

Die Reihe der Urticales umfaßt drei Familien, die Ulmaceae, die Moraceae und die Urticaceae, und ist durch Blütenhüllen gekennzeichnet, die nicht deutlich in Kelch und Blumenkrone differenziert sind, sowie dadurch, daß die Staubgefäße nicht zwischen, sondern vor den Blättern der Blütenhülle stehen. Der einfächerige, oberständige Fruchtknoten, der nur eine Samenanlage umschließt, entwickelt sich zu einer Nuß oder Steinfrucht, aber nie zu einer aufspringenden Kapsel. Die Blätter sind nie gefiedert und haben Nebenblätter; meist finden sich in ihrer Epidermis Zellen mit Zystolithen, das sind stark mit Kalk imprägnierte Zellulosemassen. Häufig enthält die Rinde auch Milchsaft.

Familie 1: **Ulmaceae** oder **Ulmengewächse.**

Die Familie der Ulmengewächse zeichnet sich durch zweigriffelige Fruchtknoten und eine vom Scheitel herabhängende, umgewendete Samenanlage aus. Die Stengel enthalten keinen Milchsaft. Die Familie hat 13 verschiedene Gattungen, die zu zwei Unterfamilien, den Ulmoïdeae und den Celtidoïdeae, zusammengefaßt werden. In Deutschland kommen nur die Gattungen Ulme und Zürgelbaum vor, gelegentlich wird auch die Gattung Zelkowe angebaut. Die Mitglieder der Familie sind in der Mehrzahl Bäume, zum Teil aber auch Sträucher; krautige Formen oder Stauden kommen nicht vor.

Die meisten Gattungen finden sich in den Tropen, besonders in denen Asiens und Amerikas, während das tropische Afrika verhältnismäßig leer ausgeht. Am verbreitetsten und artenreichsten sind die Gattungen Celtis und Trema, von denen erstere zwar in den Tropen beider Hemisphären ihren Sitz hat, aber mit einigen Arten doch in die nördliche und die südliche gemäßigte Zone sowohl der Alten als auch der Neuen Welt hinübergreift; letztere dagegen ist auf die Tropen beschränkt. Auch die Gattung Gironniera ist ein häufiger Waldbaum des tropischen Asiens und der Südsee, während Ulmus die gemäßigte Zone der nördlichen Hemisphäre bewohnt, freilich in einzelnen Arten auch in die tropischen Gebirge eindringt.

Während die bisher genannten Gattungen zahlreiche Arten enthalten, sind die übrigen recht artenarm. Vier von ihnen sind bisher nur in einer einzigen Art bekannt, und zwar aus den verschiedensten Gegenden der Welt, andere bestehen aus zwei bis vier Arten.

Ein wirkliches Zentrum hat die Familie nicht, ihre Verbreitung zeigt vielmehr, daß

sie kein aufstrebender, sondern ein im Niedergang begriffener Ast der Pflanzenwelt ist. Zwar scheint sie nicht besonders alt zu sein, denn in dem eigentlichen Reliktgebiete der Erde hat sie keine Vertreter, aber sie verrät auch keine besondere Lebenskraft; denn nur im Schutze des tropischen Waldes hat sie es zur Ausbildung einer größeren Mannigfaltigkeit bringen können. Nur die Gattungen Trema und Ulmus haben eine erhebliche Variabilität erlangt, aber beide Gattungen verdanken ihr jetziges häufiges Vorkommen vor allem der waldrodenden Tätigkeit des Menschen. Fossile Reste zeigen, daß die Gattungen Ulmus, Celtis und Zelkowa früher eine weitere Verbreitung hatten als jetzt, was ebenfalls für einen Rückschritt spricht.

Botanisch stellt die Familie eine gute Einheit dar, die sich von den Morazeen durch das Fehlen von Milchsaftschläuchen, von den Urtikazeen aber dadurch unterscheidet, daß die Samenanlage vom Scheitel des Fruchtknotens herabhängt und umgewendet ist. Die einfachen, abwechselnd zweizeilig angeordneten Blätter sind meist gezähnt und durch Zystolithen rauh, auch häufig auf der einen Seite stärker entwickelt als auf der anderen. Die Blüten sind eingeschlechtig oder gleichzeitig männlich und weiblich, meist klein und grünlich. Sie stehen gewöhnlich in Trugdolden in den Blattachseln, die weiblichen Blüten häufig auch einzeln; sie haben keinen Nektar und sind durchweg Windblütler. Bei den Ulmen ist eine besondere Art der Befruchtung festgestellt worden, indem der Pollenschlauch nicht durch den Eimund in die Samenanlage eindringt, sondern durch deren Hüllen nahe dem Scheitel der Samenanlage (Abb. 76, M, S. 310).

Die Unterfamilie der **Ulmoïdeae** hat meist geflügelte Nüsse mit geradem, die der **Celtoïdeae** Steinfrüchte mit gekrümmtem Keimling. Erstere sind vor allem auf den Wind als Verbreitungsmittel angewiesen, letztere auf Tiere, die sie des Fruchtfleisches wegen begehren; infolgedessen werden sie häufig durch Vögel auf abgelegene Inseln verschleppt, während die Ulmen, deren Samen übrigens schon nach wenigen Tagen ihre Keimkraft verlieren, trotz ihres massenhaften Vorkommens breitere Meeresstraßen nicht zu überschreiten vermögen. Charakteristisch hierfür ist, daß die Flatterulme nicht einmal nach England hat vordringen können.

Die für uns wichtigste Gattung ist Ulmus, die Ulme oder Rüster, von deren etwa 16 Arten drei in Deutschland einheimisch sind, nämlich die Feldulme, Ulmus campestris, die Bergulme, U. montana oder scabra, und die Flatterulme, auch langgestielte Ulme genannt, U. effusa oder pedunculata.

Die ersten beiden Arten haben fast sitzende Blüten und kahle Früchte, die Flatterulme zeigt gestielte, hängende Blüten und am Rande zottig gewimperte Früchte. Bergulme und Feldulme unterscheiden sich dadurch, daß letztere eiförmige, kurz zugespitzte, am Grunde ungleiche, erstere verkehrt-eiförmige, lang zugespitzte, am Grunde breitgeöhrte Blätter trägt, auch hat U. montana mehr Staubgefäße (fünf bis acht) in jeder Blüte, während U. campestris vier- bis fünfmännige Blüten hat.

Die Blüten unserer Ulmen (Abb. 137, C 1) erscheinen früh im Jahre, im März oder April, vor den Blättern, die Blütenhülle (Abb. 137, C 2) stellt einen kreiselförmigen, schwach gelappten Becher dar, der außer den Staubgefäßen auch den einfächerigen, ein wenig geflügelten Fruchtknoten umschließt, dessen Griffel aus zwei Narben besteht (Abb. 137, C 3). Die gezähnten Blätter erinnern etwas an die der Linde, sind aber nur kurzgestielt, auch sehr rauh und am Grunde ungleich (Abb. 137, C 4). Die runden, breitgeflügelten Früchte (Abb. 137, C 5) bedecken schon im Frühsommer weit und breit den Boden in unseren Ulmenalleen.

Eine Form der Feldulme, var. suberosa, die Korkulme (Abb. 137, C 7), ist durch die Korkschichten der jüngeren Äste gekennzeichnet; diese sind aber doch zu dünn, um technisch verwertet zu werden. Dagegen wird die Korkulme häufig als Heckenstrauch benutzt, wie überhaupt die Ulme das Beschneiden und Köpfen sehr gut verträgt und sich daher in allerhand Formen bringen läßt.

Sehr beliebt ist besonders die Feldulme als Alleebaum; sie wird neben der Linde in Deutschland wohl am häufigsten dazu verwendet. Die Bäume wachsen hoch und gerade in die Höhe, schließen mit ihren Zweigen in schönen Spitzbogen zusammen und geben dichten Schatten. Sie beschädigen die Straßen nicht durch oberflächliche Wurzeln und Wurzelschößlinge, werden sehr alt und liefern außerdem noch ein wertvolles Holz. Gelegentlich findet man an Stelle von Dorflinden auch uralte Dorfulmen.

In Anlagen werden häufig Ulmenbäume mit weiß oder gelblich panaschierten Blättern gezogen, zumal von *U. effusa*. Ferner findet man in Deutschland einige amerikanische Arten in Kultur, z. B. die **amerikanische Rotulme**, *U. fusca*, mit fuchsrot-filzigen Knospen, die **amerikanische Weißulme**, *U. americana*,



Abb. 137: **Ulmengewächse** (Ulmaceae).

A) *Celtis occidentalis*: 1) Zweig mit Frucht; 2) Zweig mit männlichen und zwitterigen Blüten; 3) zwitterige Blüte, vergrößert; 4) Frucht mit zur Hälfte freigelegtem Stein, vergrößert; 5) Frucht im Längsschnitt, vergrößert. B) *C. australis*: 1) Zweig mit männlichen Blüten und jungen Blättern; 2) männliche Blüte, vergrößert. C) *Ulmus campestris*: 1) Zweig mit männlichen Blüten; 2) zwei zwitterige Blüten, vergrößert; 3) Fruchtknoten, vergrößert; 4) Zweig mit Früchten; 5) Frucht, vergrößert; 6) Same; 7) Zweig der var. *suberosa* mit Korkflügeln.

mit violetten Staubbeuteln, und die **Trauben- oder Felsenulme**, *U. racemosa*, mit unterseits weichhaarigen Blättern und in langen Trauben stehenden Blüten sowie weichhaarigen Früchten.

In Südfrankreich vertritt die Ulme als Dorfbaum die Linde völlig. Unter ihrem Schatten wurde Recht gesprochen und gepredigt, hier wurden Gemeindeangelegenheiten erörtert und Verträge geschlossen, und noch heutigestags werden Feste unter der Dorfulme gefeiert, wobei sich das Volk am Tanze belustigt.

Geschichtlich berühmt ist die alte Ulme oder Effe zu Worms, unter der Luther gepredigt haben soll, oder die zur Erinnerung an jenes Ereignis gepflanzt wurde. Am Genfer See stand früher eine Ulme, deren Stamm unter der Krone 11 m im Umfang maß. Bekannt ist auch die von Uhland besungene Ulme von Hirsau, die sich über den Trümmern eines alten württembergischen Klosters erhebt. In den Vereinigten Staaten gilt die Ulme als Symbol der Freiheit, seitdem am 13. August 1785, kurz vor Ausbruch des Freiheitskrieges, das Bild des zum Stempelmeister ernannten Richters Olivers nebst denen zweier englischer Minister von den erzürnten Volksmassen an eine majestätische Ulme angeschlagen und der Baum als Freiheitsbaum erklärt wurde.

Im Altertum war die Ulme das Symbol des Todes und der Trauer, und Homer läßt im sechsten Gesang der Iliade Bergnymphen das Grab des Eetion mit Ulmen umpflanzen. Während des Zimbrischen Krieges war eine sich von selbst wieder aufrichtende umgefallene Ulme im Hain der Juno das prophetische Symbol der bald danach eintretenden Selbsterhebung des römischen Volkes.

In Oberitalien dient die Ulme als Stützbaum des Weinstockes. Schon Virgil berichtet darüber, und ebenso schildert Columella in seinem Buche über die Landwirtschaft um 50 n. Chr. diese „Vermählung" der beiden Pflanzen. Eine weniger erfreuliche Vermählung bildete die Züchtigung der römischen Sklaven mit Ulmenruten, was mit den Worten „stylis conscribere ulmeis" umschrieben wurde.

Das junge Holz der Ulme, der Splint, ist gelblichweiß, das Kernholz rotbraun, die Jahresringe sind schmal. Das ausgereifte Holz leidet nicht unter Wurmfraß, es ist sehr zäh und fast so dauerhaft wie das Eichenholz. Es eignet sich besonders für Bauten unter Wasser sowie zu Kielen, unter Wasser liegenden Schiffsplanken, Pumpen usw.; auch trocken hält es sich gut, verdirbt aber schnell, wenn es dem Wetter ausgesetzt wird; ferner wirft und zieht es sich leicht. Die amerikanische Weißulme, U. americana, aus den Vereinigten Staaten und Kanada, hat ähnliches Holz, das viel zu Eisenbahn- und Türschwellen, Radnaben usw. benutzt wird, während die ebenfalls amerikanische Felsenulme, U. racemosa, sich durch ein ganz vorzüglich zähes, festes und dauerhaftes Holz auszeichnet, das besonders gut Nägel verträgt. Auch das Holz der im Himalaja wachsenden Hookers Ulme, U. Hookeriana, dient zu Bauzwecken.

Der sonstige Nutzen der Ulmen ist gering. Die Blätter geben ein gutes Schaffutter, die Rinde enthält Tannin und kann daher auch zum Gerben benutzt werden, hat aber in dieser Beziehung keineswegs die gleiche Bedeutung wie die der Eiche oder der Kastanie. Auch zum Gelbfärben diente früher die jüngere Rinde, während der innere Bast als Flechtmaterial verwendet wurde.

Da die Ulme wohl nirgends als Waldbaum kultiviert wird, und auch größere wilde Bestände gering an Zahl sind, obgleich die Samen in jedem Gebüsch aufgehen, so ist der wirtschaftliche Nutzen des Baumes im Verhältnis zu Eiche, Buche und den Nadelhölzern verhältnismäßig gering.

Die meisten Arten der Gattung Ulmus finden sich in den Vereinigten Staaten. Drei Arten sind im Himalaja heimisch, von denen eine, die kleinblätterige Ulme, U. parvifolia, über China bis Japan reicht. In Japan trifft man außerdem die Feld- und die Bergulme an. In Mitteleuropa scheint sich nach der Eiszeit die letztere am frühesten von allen Ulmen wiedereingestellt zu haben: auch heute reicht sie in Norwegen $3^1/_2$° nördlicher (bis 70° nördl. Br.) als die Feldulme. Holzkohlenreste von Ulmen findet man häufig in dänischen und jütischen Muschelhaufen des ersten Abschnittes der neolithischen Epoche, der sogenannten älteren nordischen Steinzeit, ein Beweis, daß die Ulme etwa gleichzeitig mit der Eiche die Gegenden bewohnte, in denen sie jetzt, durch die Buche verdrängt, nur noch verhältnismäßig spärlich vorkommt. In früheren Perioden, vor der Vereisung und vor allem im mittleren Tertiär, waren die Ulmen nicht nur in Mitteleuropa häufig, sondern sogar bis Sachalin, Alaska und Grönland verbreitet; ebenso kennt man fossile Reste aus Japan und selbst aus Kalifornien, wo der Baum jetzt nicht mehr vorkommt.

Von den Ulmazeen mit Steinfrüchten ist die Gattung Celtis oder Zürgelbaum bei weitem die artenreichste; ihre 60 Arten bewohnen größtenteils die nördliche gemäßigte Zone sowie die Tropen beider Hemisphären, doch reicht die Gattung südlich bis nach Neukaledonien, den Maskarenen, Südafrika und Argentinien. Die meisten Arten dieser Gattung sind baumförmig, manche tropische Arten sogar von sehr bedeutender Höhe; im tropischen Amerika finden sich auch zahlreiche strauchförmige mit achselständigen Dornen. Die Arten der gemäßigten Zone verlieren ihr Laub im Winter, die der Tropen haben vielfach lederige, ganzrandige Blätter.

Die durch die grubenartigen Vertiefungen charakteristischen Steinkerne (Abb. 137, A 4) sind verschiedentlich im mittleren Tertiär in Mitteleuropa gefunden worden, und es ist kaum zweifelhaft, daß die jetzigen zerstreuten Wohngebiete der Gattung ehemals zusammenhingen.

Zwei Arten werden häufig bei uns kultiviert, der südliche Zürgelbaum, C. australis, dessen Heimat das Mittelmeergebiet ist, der aber auch in Deutschland an geschützten Stellen aushält, und der westliche Zürgelbaum, C. occidentalis, eine amerikanische Einführung, die bei uns besser gedeiht. Die erstere hat schmälere, unterseits kurzhaarige, länglich-eiförmige Blätter und kirschgroße, im reifen Zustande schwarze, süße, wohlschmeckende Früchte (Abb. 137, A 4 und 5), aus denen im Altertum eine Art Wein bereitet wurde. Die amerikanische Art hat breitere Blätter (Abb. 137, A), die oberseits etwas rauh, unterseits nur an den Adern kurzhaarig sind, während die rötlichbraunen, kleinen Früchte keinen Wohlgeschmack

haben, vielmehr ebenso fade sind wie die Mehlbeeren und die Früchte des Weißdorns. Die einfachen Blüten sind nach Geschlechtern getrennt, die weiblichen Blüten stehen meist einzeln (Abb. 137, A 1), die männlichen und zweigeschlechtigen dagegen zu mehreren in Trugdolden (Abb. 137, A 2, B 1).

Der südliche Zürgelbaum erreicht ein hohes Alter und liefert feines und festes, zu Bildhauerarbeiten, Blasinstrumenten und Peitschenstöcken (Tiroler Geißelstöcke) viel benutztes dunkles Holz, das sogenannte Triester Holz. Das Holz des westlichen Zürgelbaumes dient in der nordamerikanischen Heimat zu Wagnerarbeiten. Einige ostafrikanische Celtis-Arten liefern geschätztes Werkholz. Das Holz einer südafrikanischen Art, C. Kraussiana, das sogenannte Camdeboo oder Stinkwood, wird ebenfalls technisch verwertet; die vielen tropischen Arten dagegen finden bisher wenig Verwendung.

Auch die Gattung Zelkowa oder **Zelkowe** ist ein Beispiel zersplitterten Vorkommens: eine Art findet sich noch auf Kreta, eine zweite hat sich im Kaukasus und südlich des Kaspischen Meeres erhalten, zwei andere Arten bewohnen Ostasien. Fossile Reste dieser früher weitverbreiteten Gattung aus der Tertiärzeit sind von Nordamerika und Mitteleuropa bekannt.

Die kaukasische Art Z. crenata oder carpinifolia, ein Strauch mit ulmenartigen Blüten, der Hainbuche ähnlichen Blättern, aber ungeflügelten Früchten, wird auch in Deutschland als Zierpflanze kultiviert. Z. acuminata oder keaki liefert eines der geschätztesten Nutzhölzer Japans.

Die Gattung Trema, die mit etwa 30 Arten die Tropen der ganzen Welt bewohnt, aber auch bis in die Subtropen ausstrahlt, bildet häufig einen wichtigen Bestandteil des Unterholzes der Wälder, besonders des sekundären Buschwaldes.

Familie 2: **Moraceae** oder **Maulbeergewächse.**

Die Familie der Moraceae unterscheidet sich von den Ulmazeen im wesentlichen durch die selten fehlenden Milchsaftschläuche. Oft fehlt auch die Blütenhülle, oder sie wird später fleischig. Die gewöhnlich sehr unscheinbaren Blüten sitzen häufig eng aneinandergedrängt und bilden Köpfchen, Scheiben oder Becher, die zu Sammelfrüchten (Synkarpien) auswachsen. Die Nebenblätter haben meist eine breite Ansatzstelle oder sind vor dem Blattstiel paarweise vereinigt; infolgedessen hinterlassen sie beim Abfallen eine mehr oder weniger ringförmige Narbe. Die Nuß- oder Steinfrüchte enthalten häufig Nährgewebe und meist einen gekrümmten Embryo.

Diese Familie ist in den wärmeren Erdgegenden außerordentlich weit verbreitet, reicht aber nur mit sehr wenigen Arten in die gemäßigte Zone hinein, z. B. mit dem Maulbeerbaum, dem Papiermaulbeerbaum, der Osage-Orange, der Feige, dem Hopfen und dem Hanf. Bei weitem die zahlreichsten Vertreter hat die Gattung Ficus, die wahrscheinlich mehr Arten enthält als irgendeine andere Gattung der Phanerogamen. Außer den angeführten gehört auch eine Menge anderer wichtiger Gattungen zu der Familie der Moraceae, z. B. Kautschukpflanzen wie Castilla elastica, Fruchtbäume wie Artocarpus, Giftpflanzen wie Antiaris toxicaria, Farbpflanzen wie Chlorophora tinctoria, Nutzhölzer wie Chlorophora excelsa und Heilpflanzen wie Dorstenia contrajerva.

Von den vier Unterfamilien sind die **echten Maulbeergewächse** oder **Moroïdeae** durch einwärts gebogene Staubbeutel und kleine, keine Ringnarben zurücklassende Nebenblätter gekennzeichnet. Bis auf Fatoua pilosa, ein niedriges, nesselförmiges Unkraut, das im östlichen und südlichen Asien, in Australien und Polynesien weitverbreitet ist, sowie die viele Arten umfassende Gattung Dorstenia besteht diese Unterfamilie ausschließlich aus Bäumen oder Sträuchern, die größtenteils zum Unterholz der Tropenwälder gehören, wie z. B. Streblus, Trophis und Malaisia. Manche Arten erreichen allerdings eine stattliche Höhe, z. B. schon manche Maulbeerbäume, weit mehr noch das in Sumatra und Borneo als Eisenholz geschätzte Sloetia sideroxylon sowie vor allem die afrikanische Chlorophora excelsa.

Die für die nördliche gemäßigte Zone bei weitem wichtigste Gattung ist der **Maulbeerbaum**, Morus, eine etwa zehn Arten umfassende Gattung, die einerseits Zentral- und Ostasien, den Himalaja und die Gebirge Burmas, anderseits Nordamerika und die Anden bewohnt. Durch Kultur hat sich der weiße wie der schwarze Maulbeerbaum über die ganze gemäßigte Zone verbreitet, während der indische Maulbeerbaum nur in Asien und Ostafrika wild und angepflanzt vorkommt.

Die Maulbeerbäume tragen abwechselnd stehende, gezähnte, oft dreilappige, langgestielte, zugespitzte, mehr oder weniger breite Blätter, die namentlich bei den Kulturformen ganz außerordentlich mannigfaltige Form haben, und zwar derart, daß man oft



Abb. 138: Maulbeergewächse (Moroïdeae) I.

A) Broussonetia papyrifera: 1) Zweig mit männlichem Blütenstand; 2) männliche Blüte mit nach einwärts gebogenen Staubgefäßen, vergr.; 3) dieselbe mit auseinanderspreizenden Staubgefäßen, vergrößert; 4) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Fruchtknoten und Griffel, vergr.; 7) Same und Frucht; 8) Blatt. B) Morus alba: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männl. Blüte, vergr.; 3) Zweig mit weibl. Blütenstand; 4) weibl. Blüte, vergr.; 5) dgl. im Längsschnitt, vergr.; 6) Sammelfrucht; 7) Einzelfrucht, vergr.; 8) dgl. im Längsschnitt.

von einem Baum die verschiedensten Blattformen sammeln kann. Die Blütenstände sind bei der Gattung getrenntgeschlechtig, männliche und weibliche Blütenstände sitzen zuweilen sogar auf verschiedenen Bäumen. Die männlichen Blüten bilden lockere Kätzchen (Abb. 138, B 1), die weiblichen rundliche Köpfe (Abb. 138, B 3), die zu länglich-rundlichen oder walzlichen Sammelfrüchten (Scheinbeeren) auswachsen (Abb. 138, B 5—7).

Die in Europa gezogenen Arten sind der **schwarze Maulbeerbaum**, Morus nigra, der **weiße Maulbeerbaum**, M. alba, und der **rote Maulbeerbaum**, M. rubra. M. nigra hat rauhhaarige Narben und schwarzviolette Früchte, die Narben der beiden anderen Arten sind nur mit kleinen Wärzchen besetzt. M. alba trägt rundlich-eiförmige, meist weiße, M. rubra walzliche, schwärzlichrote Früchte.

Der **schwarze Maulbeerbaum** wird 25 m hoch und hat oberseits sehr rauhe, unterseits kurzhaarige rauhe Blätter und schwarzviolette, den Brombeeren ähnliche, süßsäuerliche, angenehm, aber etwas fade schmeckende Früchte. Diese werden auch eingemacht gegessen und zum Färben des Weines benutzt; früher wurde auch ein Sirup daraus hergestellt, der als Heilmittel sowie als Gurgelwasser verwendet wurde.

Der Baum ist wahrscheinlich in den Wäldern südlich des Kaukasus und des Kaspischen Meeres heimisch, gelangte aber schon frühzeitig in das Kulturgebiet des Mittelmeeres. Er war den Alten zweifellos bekannt und wurde von den Griechen συκάμινος genannt (nicht zu verwechseln mit συκόμορος oder συκάμινος αἰγυπτία, unserer Sykomore). In Italien und Spanien findet er sich jetzt in verwildertem Zustande, in Mitteleuropa nur als Zierbaum in Gärten. Sein Holz eignet sich vorzüglich zu Drechslerarbeiten. Die Wurzelrinde wird, wie schon im Altertum, in Griechenland als Bandwurmmittel benutzt. Der Baum war dem Pan heilig und galt als Symbol der Klugheit, da er im Frühjahr seine Blätter erst entfaltet, wenn Kälte nicht mehr zu fürchten ist.

Der rote Maulbeerbaum, der in Nordamerika von Kanada über Virginien bis Florida und anderseits über Texas bis nach Mexiko reicht, wird nicht über 10 m hoch; man zieht ihn in Deutschland nur gelegentlich als Zierbaum. Sein charakteristisches Merkmal sind die in der Jugend unterseits weißfilzigen, später immerhin noch weichhaarigen Blätter. Das dunkelbraune Kernholz wird in der Böttcherei, im Schiffbau und zu landwirtschaftlichen Geräten verwertet.

Viel wichtiger für die Kultur und für die Menschheit ist der weiße Maulbeerbaum, von dem der indische Maulbeerbaum, der gewöhnlich nur als Strauch kultiviert wird, vielleicht bloß eine Varietät darstellt. Er ist ein 20 m hoher, ursprünglich in China und in seiner indischen Form im Himalaja heimischer Baum, dessen Blätter oberseits glatt oder nur wenig rauh, unterseits meist etwas kurzhaarig, aber nicht weißfilzig sind; sie geben ein vorzügliches Viehfutter. Die weißen Früchte werden gegessen und auch eingemacht, sind aber etwas fade; auch zur Essig- und Sirupbereitung dienen sie. Es gibt Varietäten mit schwarzen Früchten, die sich aber durch die helleren und kaum rauhen Blätter von dem schwarzen Maulbeerbaum unterscheiden lassen. Der Baum liefert zusammen mit der indischen Varietät fast allein das Futter der Seidenraupe, der Larve des Seidenspinners Bombyx mori, wenngleich in neuester Zeit Versuche mit Schwarzwurz als Nahrung der Seidenraupe gleichfalls nicht ohne Erfolg geblieben sind. Er kam jedenfalls erst viel später nach Europa als der schwarze Maulbeerbaum, und man darf wohl annehmen, daß die ersten zur Zeit Justinians (555 n. Chr.) durch persische Mönche eingeführten Seidenraupen mit den ihnen weniger zusagenden Blättern des schwarzen Maulbeerbaumes vorliebnehmen mußten. Das gleiche war der Fall, als sich die Seidenindustrie 1148 in Sizilien und 1340 in Toskana einbürgerte.

In China geht die Kultur des Baumes bis auf die ältesten Zeiten zurück, angeblich bis auf 4000 v. Chr., und auch Japan pflegte sie frühzeitig, nachdem eine chinesische Kaisertochter die Seidenraupenzucht 140 v. Chr. dort eingebürgert hatte. Die Griechen wurden wohl zuerst durch die Züge Alexanders des Großen mit der Seide bekannt, und zwar ist Aristoteles der erste, der die Seide und die Seidenraupe erwähnt. Die späteren Griechen und Römer erhielten ihre Seidenstoffe nur durch Karawanen aus Zentral- und Ostasien; besonders beliebt waren die von den Nordchinesen, den Seres (vom altchinesischen ser = Seide), hergestellten Stoffe (serica); daher der lateinische Name für Seide.

Noch jetzt ist Ostasien, d. h. China und Japan, das wichtigste Produktionsgebiet für Seide, dann kommen Italien, Südfrankreich, Indien und Syrien. In Mitteleuropa hat man zwar vielfach versucht, die Seidenraupenzucht einzuführen, namentlich hat Friedrich der Große sich viel Mühe gegeben, in Nowawes bei Potsdam ein Zentrum dafür zu schaffen, aber die klimatischen Bedingungen sind doch der Kultur des weißen Maulbeerbaumes nicht so günstig, daß die Versuche große Erfolge hätten haben können.

In Japan macht man auch Papier aus der Rinde des weißen Maulbeerbaumes, aber es steht in bezug auf Feinheit, Stärke und Gleichförmigkeit hinter dem vom Papier-Maulbeerbaum gewonnenen Bastpapier weit zurück. Das Holz ist für Pfähle, Pflöcke und Holznägel zum Schiffbau sehr geeignet und wird auch in der Wagnerei sowie als gut polierfähiges Möbelholz geschätzt.

Die Gattung Broussonetia oder Papier-Maulbeerbaum, die in drei Arten Ostasien bewohnt, hat gleichfalls sehr verschieden geformte und mehr oder weniger tief geteilte oder gelappte Blätter, doch sind diese unregelmäßiger und gröber gezähnt, oberseits rauh und unterseits, wie auch die jüngeren Zweige, meist dicht behaart. Die männlichen Blütenkätzchen sind dick und gedrungen (Abb. 138, A 1), die weiblichen kugelförmig und von den langen, fadenförmigen, nicht wie bei dem Maulbeerbaum kurzen, zweiteiligen Griffeln strahlenförmig umgeben (Abb. 138, A 4—6). Auch die roten, fleischigen Sammelfrüchte (Abb. 138, A 7) sind kugelrund.

Von Bedeutung ist vor allem der echte **Papier-Maulbeerbaum**, B. papyrifera. Diese ursprünglich wohl in China einheimische, jetzt über ganz Ostasien, besonders Korea und Japan, sowie auch hier und da in Melanesien und Polynesien verbreitete Pflanze hat eine sehr zähe und feinfaserige Rinde, aus der durch Kochen und Klopfen mit Holzschlägern eine feine Papiermasse hergestellt wird. Namentlich



Abb. 139: Maulbeergewächse (Moroïdeae) II.

A) Maclura aurantiaca: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichem Blütenstand; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Fruchtknoten von der Seite, vergrößert; 6) Fruchtknoten von vorn; 7) Sammelfrucht. B) Chlorophora tinctoria: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) Fruchtknoten. C) Chlorophora excelsa: 1) Sammelfrucht; 2) Einzelfrucht; 3) dieselbe im Längsschnitt. D) Cudrania rectispina: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) Durchschnitt durch einen Teil des weiblichen Blütenstandes, vergrößert; 5) Zweig mit Sammelfrüchten.

die japanischen, glanzlosen, sogenannten **Kodzo- oder Kozopapiere** sind beliebt, sowohl wegen ihrer Festigkeit und Porosität, als auch deshalb, weil sie beim Zerknittern oder Umwenden nicht knirschen.

In Japan wird der Papier-Maulbeerbaum in großen Massen kultiviert, und zwar werden die im November geernteten und eingegrabenen dünnen Wurzelschosse im April ausgepflanzt. Im Dezember kann man schon den 3/4 m langen Sproß ernten, im nächsten Jahre bereits zwei bis drei Schosse, dann fünf bis sechs usw. bis zum 15. oder 16. Jahre; schließlich wird die Rinde zu hart.

In der Südsee und in Südasien werden hier und da von den Eingeborenen noch heute Baststoffe aus dem Papier-Maulbeerbaum hergestellt, indem man die Rinde zu einem gleichförmigen Stoff ausklopft. Doch werden meist Ficus-Rinden hierzu benutzt, auch wird diese Art der Bekleidung mehr und mehr durch gewebte Stoffe verdrängt.

Außer der genannten Art, die das Klima Süddeutschlands recht gut verträgt, wird noch eine zweite Art dieser Gattung, die japanische, kahlblätterige B. kazinoki, gelegentlich bei uns in Gärten angepflanzt. Eine dritte Art, B. Kaempferi, liefert in Ostasien gleichfalls Bastpapier.

Verwandt mit dem Papier-Maulbeerbaum ist die in einigen Staaten Nordamerikas, wie Arkansas und Louisiana, verbreitete Gattung Maclura oder Joxylon, ein dornenbewehrter, zweihäusiger Baum mit kopfförmig angeordneten, gestielten männlichen Blüten (Abb. 139, A 1) und kugeligen weiblichen Blütenständen (Abb. 139, A 3), die fadenförmige, ungeteilte Griffel zeigen.

Die einzige Art dieser Gattung ist die Osage-Orange, M. aurantiaca (Joxylon pomiferum), deren faustgroße, außen gerunzelte und orangefarbene Früchte gegessen werden. Die Blätter sollen den Seidenraupen als Nahrung dienen können. Der in der Heimat bis 20 m hohe Baum bleibt in Deutschland klein und trägt hier keine Früchte.



Abb. 140: Odum- oder Mwulebaum (Chlorophora excelsa) in Deutsch-Ostafrika. Nach Photographie.

Von größerer Bedeutung ist die Gattung Chlorophora, die mit wenigen Arten im tropischen Amerika und in Westafrika heimisch ist und dort gelbe Farbhölzer, hier vorzügliche Bauhölzer liefert. Die mit dünnwalzigen männlichen Blütenständen (Abb. 139, B 1 und 2) und kugeligen (Abb. 139, B 3 und 4) oder walzigen (Abb. 139, C 1—3) Sammelfrüchten ausgestatteten Bäume tragen häufig Dornen in den Blattachseln.

Die wichtigste amerikanische Art ist das echte Gelbholz oder gelbe Brasilholz, Chlorophora tinctoria, auch Fustik oder alter bzw. echter Fustik genannt, im Gegensatz zu dem Fisetholz (Rhus cotinus), das auch als junger Fustik bezeichnet wird. Der in einer Anzahl von Varietäten in Südamerika, Westindien und Mexiko verbreitete Baum (Abb. 139, B) liefert in seinem gelben, in seiner Heimat auch als Baumaterial benutzten Holz einen wichtigen Handelsartikel. Der Morin, auch Morinsäure genannte Farbstoff löst sich in Alkalien mit tiefgelber Farbe und färbt entsprechend gebeizte Zeuge sattgelb, braun oder olivengrün.

Von den afrikanischen Arten ist Chlorophora tenuifolia, von den Portugiesen Amoreia vermelha genannt, eins der besten, auch zum Bootbau verwendeten Nutzhölzer von St.-Thomé und Principe. Viel wichtiger aber ist der Odum- oder Mwulebaum, Chlorophora excelsa (Abb. 139, C), ein riesiger, bis über 50 m hoher Waldbaum (Abb. 140), der sowohl an der Westküste Afrikas, von der Goldküste und Togo bis Angola, als auch in den ostafrikanischen Bergwäldern, z. B. in Usambara und Uluguru, zu Hause ist. Das gelbliche bis bräunliche Holz ist äußerst fest und dauerhaft, wird von den Termiten nicht benagt und bildet eines der besten Bau- und Möbelhölzer dieser Regionen.

Auch andere Gattungen dieser Verwandtschaft liefern Farbhölzer, so die Gattung Cardiogyne in Ostafrika und die freilich zu der Unterfamilie der Artocarpoïdeae gestellte ost- und südasiatische Gattung Cudrania, das indische Gelbholz, von der einige Arten, z. B. die chinesische C. rectispina (Abb. 139, D), eßbare Früchte tragen, während C. triloba in der Mandschurei zur Fütterung von Seidenraupen benutzt wird.



Abb. 141: Dorstenia contrayerva.
1) Zweig mit Blütenstand; 2) Stück des Blütenstandes im Durchschnitt, vergrößert; 3) Früchte im Längsschnitt.

Zu der kleinen Gruppe der Dorstenieae gehört neben dem schon erwähnten riesigen malaiischen Eisenholzbaum, Sloetia sideroxylon, dessen Blüten einseitig auf einem linealen Rezeptakulum dichtgedrängt stehen, vor allem die Gattung Dorstenia oder Dorstenie, bei der die Blüten, und zwar männliche und weibliche durcheinander, in eine mehr oder weniger gewölbte oder zerteilte Platte eingesenkt sind (Abb. 141, 1). Die etwa 50 meist krautigen Arten dieser Gattung finden sich in Südamerika und Afrika, nur eine einzige Art, D. indica, ist ostindisch. Die meisten von ihnen sind Bewohner des Waldbodens mit dünnen, breiten, mehr oder weniger zerschlitzten Blättern. Einzelne Arten Afrikas, Arabiens (D. radiata) und Sokotras (D. gigas) haben sich aber der xerophytischen Lebensweise angepaßt, indem sie ihre Stengel verdickten und ihre Blattspreiten stark reduzierten.

Wegen ihrer eigenartigen Blatt- und Blütenstandsformen werden manche Dorstenia-Arten häufig in Gewächshäusern kultiviert. Die Wurzeln vieler Arten sind giftig und wirken stark stimulierend; sie dienen daher, namentlich in Südamerika, als Heilmittel, besonders bei Wundvergiftungen und Schlangenbiß. Am meisten wird hierzu die Bezoar- oder Schlangenwurz, Radix contrajervae, von Dorstenia contrajerva, benutzt, die früher auch viel als schweißtreibendes Mittel im Gebrauch war.

Die Unterfamilie der **Artocarpoïdeae** oder **Brotfruchtgewächse** ist durch stets gerade Staubblätter, meist stengelumfassende, abfallende und Ringnarben hinterlassende Nebenblätter und in der Knospenlage eingerollte Blätter gekennzeichnet. Ihren Namen hat sie von der Gattung Artocarpus, dem Brotfruchtbaum, es gehören aber auch viele andere wichtige Gattungen in diese Verwandtschaft, vor allem die Feigenbäume, Ficus, ferner der zur Gattung Brosimum zählende Brotnuß- und Kuhbaum, sodann Castilla, der zentralamerikanische Kautschukbaum, sowie Antiaris, der Upasbaum.

Die Gattung Artocarpus oder Brotfruchtbaum ist auf Südasien beschränkt und umfaßt etwa ein halbes Hundert Arten, von denen die meisten im Malaiischen Archipel und

Hinterindien zu Hause sind. Die größtenteils stattlichen Bäume enthalten in ihrer Rinde viel, aber zur Herstellung von Kautschuk ungeeigneten Milchsaft. Die abwechselnd stehenden Blätter sind gewöhnlich ganzrandig und groß, bei einzelnen Arten aber fiederspaltig. Die männlichen Blüten sind zu Kolben vereinigt, die weiblichen bilden kopfige Blütenstände, die zu fleischigen Sammelfrüchten auswachsen; die männlichen Blüten enthalten ein einziges Staubgefäß, die weiblichen einen zweiteiligen Griffel.

Von Wichtigkeit sind nur zwei Arten, die östlichste und die westlichste; erstere ist der polynesische oder echte Brotfruchtbaum, Artocarpus incisa (Abb. 142), ein durch seine mächtigen, tief fiederspaltigen



Abb. 142: Polynesischer Brotfruchtbaum (Artocarpus incisa).

1) Zweig mit männlichem Blütenstand; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) Stück des weiblichen Blütenstandes im Durchschnitt, vergr.; 4) Sammelfrucht, halb aufgeschnitten, verkleinert; 5) Einzelfrucht, nach Entfernung eines Teiles der Fruchthülle; 6) dieselbe im Längsschnitt.

Blätter leicht kenntlicher Baum, der nächst den Kokospalmen den wichtigsten Nutzbaum Polynesiens darstellt. Er ist vermutlich ursprünglich in den Molukken und auf Neuguinea heimisch, wo er sich massenhaft wild vorfindet, ist aber durch die Südseeinsulaner von Insel zu Insel gebracht worden und schon vor der Ankunft der Europäer bis zu den östlichsten polynesischen Inseln vorgedrungen. Die Eingeborenen unterscheiden eine Menge Varietäten, häufig baut man auch samenlose Sorten. Die fleischigen Früchte werden kopfgroß, $1^1/_2$—2 kg schwer und sind außen mit stumpfen oder kurzspitzigen Warzen bedeckt, die je einer einzelnen Blüte bzw. Samenanlage entsprechen. Da die Früchte ziemlich nährstoffreich sind — neben etwas Zucker enthalten sie 17 Prozent Stärke —, und der Baum eine lange Zeit im Jahre Früchte hervorbringt, so genügen einige wenige Bäume zur dauernden Ernährung eines Eingeborenen; denn aus den nichtgebrauchten Früchten läßt sich eine Art Dauerproviant herstellen, indem das zu Scheiben geschnittene Innere der unreifen Früchte auf heißen Steinen gebacken wird. Die so hergestellte, etwas süßliche Präserve erinnert an Weizenbrot und kann von den Biskuitfabrikanten in Europa benutzt werden. Auch bewahrt man das reife Fruchtmus in Gruben auf; durch innere Gärung verwandelt sich das Mus

in einen käsigen Teig, der in Polynesien in verschiedener Zubereitung ein wichtiges Nahrungsmittel der Eingeborenen darstellt. Die kastanienartigen Samen dienen in geröstetem Zustande als Nahrungsmittel. Das Holz ist eines der wichtigsten Nutzhölzer der polynesischen Inseln und findet zum Haus- und Bootbau sowie zur Verfertigung von Geräten Verwendung. Der Bast wird als Bindematerial, seltener zur Herstellung von Rindenzeug benutzt; der Milchsaft dient unter Zusatz von Kokosmilch als Vogelleim.

Trotz seines vielseitigen Nutzens, und obgleich zur Zeit der Entdeckungsreisen in Polynesien zu Ende des 18. Jahrhunderts durch Cook, Förster u. a. eine Art Kultus mit der Brotfrucht getrieben wurde, man sogar besondere Expeditionen ausrüstete, um die wertvolle Frucht in Amerika einzuführen, was auch schließlich gelang, hat der Baum außerhalb seiner Heimat doch keine weitere Bedeutung erlangt. Denn weder die Europäer noch die Neger und andere Eingeborene können sich recht an den Geschmack gewöhnen.



Abb. 143: Jackfruchtbaum (Artocarpus integrifolia), in Westindien kultiviert. Nach Photographie von Ellen Gibsone in Wittenberg.

Etwas besser ergeht es der nächstwichtigen Art der Gattung, dem Jackfruchtbaum (nach dem indischen Namen Jaca so genannt) oder indischen Brotfruchtbaum, Artocarpus integrifolia (Abb. 143), der ursprünglich in Vorderindien zu Hause ist, sich aber von dort nach Melanesien und Hinterindien sowie nach Ostafrika verbreitet hat und auch in Südamerika, namentlich in Brasilien, ganz gut eingebürgert zu sein scheint. Diese Art hat ganzrandige, viel kleinere Blätter, dafür aber weit größere, bis 12 kg schwere, längliche Früchte, die größtenteils am Stamm und sogar dicht am Boden sitzen. Das Fleisch der Frucht hat für den europäischen Neuling einen wenig angenehmen Geruch, die großen Samen aber schmecken geröstet sehr gut. Das gelbliche, stark nachdunkelnde Holz nimmt gut Politur an und wird in der Kunsttischlerei und der Drechslerei gern verwendet.

Die übrigen Arten dieser Gattung haben sowohl als Nahrungs- als auch als Holzlieferanten nur örtliche Bedeutung; am meisten werden noch A. polyphema und Blumei in Melanesien, A. lakoocha im Himalaja und in Hinterindien wegen der Früchte, A. hirsuta im Dekhan wegen des Holzes geschätzt.

In Afrika ist der Brotfruchtbaum vertreten durch die Gattung Treculia. Die systematischen Unterschiede sind gegenüber der Gattung Artocarpus nur gering: die männlichen Blüten enthalten mehrere Staubgefäße, während die von Artocarpus einmännig sind; auch sind Verschiedenheiten in bezug auf die Blütenhülle, die Brakteen usw. vorhanden.

Die wichtigste Art dieser Gattung ist der afrikanische Brotfruchtbaum oder Okwabaum, Treculia africana. Dieser bis 25 m hohe, in der ganzen tropisch-afrikanischen Waldzone vorkommende Baum hat riesige, 30—40 cm lange, ganzrandige Blätter und Früchte, die 20—30 cm im Durchmesser halten und 9—25 kg schwer sind, also an Mächtigkeit die Jackfrucht noch übertreffen. Die Samen

werden von den Eingeborenen gegessen und vor allem ein käseartiges Nahrungsmittel daraus hergestellt; sonst ist dem Baum ein besonderer Nahrungswert kaum zuzuschreiben.

Von wirtschaftlicher Bedeutung ist dagegen die tropisch-amerikanische Gattung Castilla (Castilloa), die mehrere als Kautschuklieferanten wichtige Arten enthält. Es sind etwa ein halbes Dutzend Arten bekannt, die von Mexiko südlich bis Peru und Mittelbrasilien verbreitet sind: hohe, sehr schnell wachsende Bäume mit ungeteilten, großen, am Rande fein gezähnten Blättern und mit Stipularnarben, die den dicken Stengel ringförmig umfassen. Die Blütenstände sind getrenntgeschlechtig, in den Blattachseln sitzend oder kurzgestielt. Die männlichen Blütenstände sind meist zu mehreren beisammen (Abb. 144, 1—4) und bilden breite, niedrige, außen schuppige Näpfe, in denen die Staubgefäße ohne Blütenhülle dichtgedrängt stehen; die



Abb. 144: Zentralamerikanischer Kautschukbaum (Castilla elastica).

1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männlicher Blütenstand, schwach vergrößert; 3) derselbe im Längsschnitt; 4) Staubgefäße, von vorn und hinten, vergrößert; 5) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 6) weiblicher Blütenstand, etwas vergrößert; 7) weibliche Blüten, von außen und im Längsschnitt, vergrößert; 8) Sammelfrucht; 9) Same, von außen und im Längsschnitt.

weiblichen Blütenstände sind scheibenförmig (Abb. 144, 5—7), am Rande mit Schuppen versehen, die weiblichen Blüten von einer vierteiligen Blütenhülle umschlossen; der einfächerige Fruchtknoten wird von einem in zwei fadenförmige Narben ausgehenden Griffel gekrönt. Die Sammelfrüchte sind tellerförmige, oben runzelige Platten, welche die etwa erbsengroßen, rundlichen Samen enthalten (Abb. 144, 8—9). Bemerkenswert ist, daß die ersten, keine Blüten tragenden Zweige frühzeitig von dem weiterwachsenden Baume abgestoßen werden.

Am besten bekannt ist der zentralamerikanische Kautschukbaum, C. elastica, auch Hulebaum genannt, der vom südlichen Mexiko bis Panama verbreitet ist und in seiner Heimat des Kautschuks wegen überall ausgebeutet wird. Gewöhnlich wird er in so roher Weise angezapft, daß er schließlich eingeht, so daß schon große Gebiete Zentralamerikas als ausgeraubt erscheinen; in der Gegend von Panama wird der Baum sogar umgeschlagen. Der Milchsaft wird in verschiedener Weise, durch spiralförmige Schnitte in die Stammrinde, durch V-förmige Schnitte oder durch Ringschnitte gewonnen. Man hat den Baum schon in den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts nach der Alten Welt übergeführt, aber

seine Kultur ist gegenüber der des besser für Pflanzungen geeigneten Hevea- und Manihot-Kautschukbaumes verhältnismäßig zurückgeblieben; in einzelnen Gegenden, wie z. B. in Kamerun, erscheint sie durch die Angriffe von Bockkäferlarven recht gefährdet. In Zentralamerika aber, besonders in Südmexiko, hat diese Kultur große Ausdehnung angenommen.

Der Baum eignet sich nur für feucht-warme Gegenden; er wächst zwar sehr schnell und liefert viel Milch, hat aber den Nachteil, daß er gegen Verwundung bei weitem empfindlicher ist als z. B. der Parakautschuk (Hevea), und daß daher oftmals Bäume bei unvorsichtiger Anzapfung eingehen.

Andere, sehr ähnliche Arten Zentralamerikas haben in ihrem Milchsaft mehr oder weniger brauchbaren, zum Teil auch minderwertigen Kautschuk, dagegen wird im brasilischen und peruanischen Amazonasgebiet von den Kautschuksammlern Castilla Ulei stark ausgebeutet, die den brasilischen sogenannten Caucho des Handels liefert. Dort werden im Gegensatz zu den nur angezapften Hevea-Kautschukbäumen

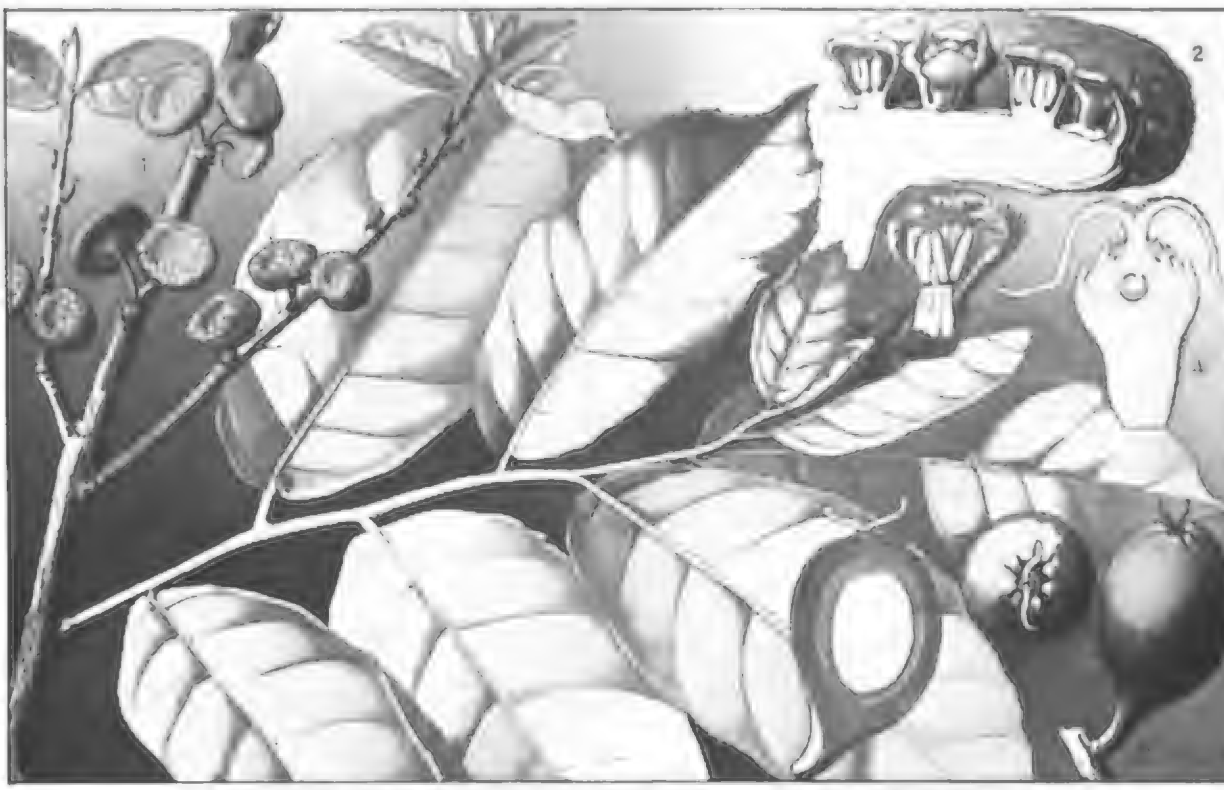


Abb. 145: Upas- oder javanischer Giftbaum (Antiaris toxicaria).

1) Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen; 2) männlicher Blütenstand im Längsschnitt, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Früchte, von der Seite, von oben und im Längsschnitt.

die Cauchobäume bei der Anzapfung umgehauen. Die Qualität des Castilla-Kautschuks ist zwar recht gut, steht jedoch hinter der des Parakautschuks zurück.

Eine Castilla nahestehende Gattung ist die von Westafrika bis Polynesien verbreitete Antiaris oder Antjar, deren männliche Blütenstände gleichfalls flache, kurzgestielte Näpfchen bilden, deren männliche Blüten aber eine deutlich entwickelte, drei- bis vierblätterige Blütenhülle haben, die eine gleiche Anzahl von Staubgefäßen umschließt (Abb. 145, 1—3). Die weiblichen Blütenstände sind nur einblütig und ohne deutliche Blütenhülle, wohl aber oben von Schuppen bedeckt (Abb. 145, 1 und 4).

Diese Gattung ist vor allem dadurch berühmt, daß eine javanische Art, der Upas- oder Ipobaum, A. toxicaria (Abb. 145), den berüchtigten javanischen Giftbaum darstellt, von dem die Sage geht, daß Mensch und Tier schon bei bloßer Annäherung an ihn sterben müssen. Das vielgenannte Totental auf Java, mit dem diese Sage in Verbindung gebracht wird, ist eine Kohlensäure ausströmende und daher Vegetation und Tierwelt tötende Waldenklave des Diengplateaus, enthält aber, wie der Verfasser persönlich konstatieren konnte, keinerlei Upasbäume und liegt auch viel zu hoch, als daß solche dort wachsen könnten. Auch darf man nicht nur ungestraft unter den Upasbäumen wandeln, sondern sogar Blätter und Zweige ohne Gefahr

berühren und abbrechen, wovon man sich im Botanischen Garten zu Buitenzorg auf Java leicht überzeugen kann. Dagegen ist festgestellt worden, daß der Milchsaft Blasen und sogar Geschwüre auf der Haut erzeugt und in dem Antiarin in der Tat ein sehr starkes Gift enthält. In der Heimat des Baumes, die von Sumatra über Java und Borneo bis Celebes reicht, wird deshalb der Milchsaft von den Eingeborenen zur Vergiftung der Pfeile benutzt, meist jedoch im Gemisch mit anderen giftigen und ätzenden Stoffen.

Die Gattung enthält aber auch eine Reihe ungiftiger Arten, von denen eine indische, A. innoxia oder saccodora, als Sackbaum bezeichnet wird, weil man den Bast durch Klopfen so auszudehnen vermag, daß man nachher das Holz herausziehen kann und so eine Art Sack erhält. Das Holz der westafrikanischen Antiaris-Arten wird sehr geschätzt.

Amerikanisch ist die Gattung Brosimum oder Brotnußbaum. Sie wird gekennzeichnet durch kugelige Blütenstände, die nur eine weibliche Blüte enthalten, deren zweispaltiger Griffel weit herausragt. Im übrigen sind die Blütenstände von männlichen Blüten bedeckt, die im wesentlichen nur je ein Staubgefäß aufweisen.

Am bekanntesten ist der westindische Brotnußbaum, B. alicastrum (Abb. 146), ein Baum Zentralamerikas und der Antillen, dessen haselnußgroße Samen roh oder gekocht, ganz oder zu Fladen verrieben genossen werden. Auch die Milch der jungen Pflanze ist genießbar, während die Blätter und die jungen Zweige als Viehfutter Verwendung finden.

Der Kuhmilchbaum, B. galactodendron, in Venezuela liefert einen in Farbe und Geschmack an Kuhmilch erinnernden, etwas süß schmeckenden, trinkbaren Rindensaft, der selbst schwach sauer reagiert und auch durch andere Säuren nicht gerinnt. Man kann aber durch Kochen eine durchscheinende, gelblichweiße, knetbare, bei 50—62° schmelzende Masse daraus gewinnen, die aus harzigen und wachsartigen Stoffen besteht und nur zum Teil verseifbar ist; die aus ihr hergestellten Kerzen brennen mit heller Flamme.

Eine dritte Art, der in Guayana, Trinidad und Nordbrasilien heimische Letterholzbaum, B. Aubletii, gilt als Stammpflanze des sogenannten Buchstaben-, Tiger- oder Schlangenholzes, eines harten und schweren, besonders schönen, braunen und eigentümlich schwarz gesprenkelten Holzes, das man in Europa zu Furnieren und Geigenbogen sowie in der Stockfabrikation benutzt.



Abb. 146: Westindischer Brotnußbaum (Brosimum alicastrum).

1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männlicher Blütenstand, vergr.; 3) Staubgefäße vor und nach der Verstäubung des Pollens; 4) Zweig mit weiblichen oder zweigeschlechtigen Blütenständen; 5) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 6) derselbe im Längsschnitt; 7) Frucht, quer durchgeschnitten.

Ohne Frage die wichtigste Gattung der ganzen Familie Moraceae und mit weit über 1000 Arten wahrscheinlich die artenreichste Gattung aller Phanerogamen überhaupt ist die Gattung Ficus oder Feige. Wer nur die echte Feige kennt, und zwar, wie in Deutschland, nur in kleinen, verkrüppelten Exemplaren, die noch besonders geschützt werden müssen, damit sie einige spärliche Früchte geben, ahnt gar nicht, was für eine Bedeutung ihre Verwandten in den Tropen haben. Namentlich in den Urwäldern der altweltlichen Tropen begegnet man Feigenbäumen auf Schritt und Tritt, aber auch die auf Lichtungen und verlassenen Pflanzungen aufsprießenden Bäume sind zum Teil Ficus-Arten. Freilich haben die meisten dieser Arten nur sehr geringe äußere Ähnlichkeit mit der echten Feige; vielmehr haben die meisten Arten ganzrandige, lederige, glänzend grüne, kahle Blätter, und auch sonst zeigen sie wesentliche Unterschiede.

Die Gattung ist zweifellos sehr alten Ursprungs: dafür spricht nicht nur ihre geographische Verbreitung und ihr Vorkommen in den am frühesten isolierten Inseln, wie Neukaledonien, Madagaskar und Hawai, sondern auch das Vorhandensein fossiler Reste in älteren Perioden. Im mittleren und wohl auch im älteren Tertiär waren Feigenarten noch über Mitteleuropa und Nordamerika verbreitet. Im gemäßigten Ostasien und in Florida haben sich bis heute Ficus-Arten erhalten, ja sogar in Ablagerungen Grönlands aus der Kreidezeit glaubt man solche nachgewiesen zu haben.

Allen Ficus-Arten gemein sind die bis auf eine kleine Öffnung geschlossenen birn- oder kugelförmigen Blüten- und Fruchtstände (Receptacula), die sich aus den gleichsam umgestülpten bzw. nach oben zusammengeschlagenen Blütenböden zusammensetzen. Die auf



Abb. 147: Echte Feige (Ficus carica) und Sykomore (Ficus sycomorus).

A) Ficus carica: 1) Zweig mit Rezeptakeln; 2) Rezeptakulum, im Längsschnitt; 3) weibl. Blüten, von der Seite und im Längsschnitt, vergr.; 4) Rezeptakulum von oben; 5) Samen, vergr.; 6) Keimling, vergr.; 7) flügellose Blastophaga, vergr.; 8) geflügelte Blastophaga vergr.; 9) Blastophaga in der Fruchtgalle, vergr. B) Ficus sycomorus: 1) Teil eines Fruchtzweiges; 2) Blatt; 3) Rezeptakulum, im Längsschnitt; 4) männliche Blüte, vergrößert.

diese Weise entstandenen krugförmigen „Feigen" tragen an der Innenseite die Blüten nebst deren Vorblättern sowie die Fruchtstände (Abb. 147, A 2, B 3). Die Blüten selbst sind von sehr einfacher Gestalt. Die Geschlechter sind getrennt, nur bei wenigen Arten finden sich in den männlichen Blüten gleichzeitig unentwickelte Fruchtknoten. Die männlichen Blüten, die sich gewöhnlich nahe der Mündung im Inneren des Kruges befinden, werden durch ein bis zwei, von wenigen schuppenartigen Blättern umgebenen Staubgefäßen gebildet (Abb. 147, B 4), die viel zahlreicheren weiblichen Blüten durch einen gleichfalls von wenigen Blättchen oder auch von einer Röhre umhüllten, in einen mehr oder weniger langen Griffel auslaufenden Fruchtknoten mit einer Samenanlage. Außerdem gibt es eine dritte Art von Blüten, die freilich nur als etwas umgebildete weibliche Blüten anzusehen sind: die sogenannten Gallenblüten, d. h. Blüten, die dazu bestimmt sind, von einer kleinen Gallwespe angestochen und mit einem Ei belegt zu werden; sie haben zwar noch einen Griffel, dieser ist aber kurz und trägt keine empfängnisfähigen Narben. Die in diesen Blüten als

sogenannte Inquiline zur Entwickelung gelangende Gallwespe — bei der echten Feige Blastophaga psenes (Abb. 147, A 7—9), bei anderen Ficus-Arten auch andere Arten der gleichen, zu den Chalzidiern gehörenden Gallwespengattung — vermittelt die Befruchtung der Feigenblüten. Nach Entfaltung ihrer Flügel (Abb. 147, A 8) drängt sie sich durch die schmale, von Schuppenblättchen erfüllte Öffnung des Rezeptakulums heraus und wird hierbei von den Pollenkörnern der gerade dort gehäuft sitzenden männlichen Blüten bedeckt. Nach dem Eindringen in ein anderes Rezeptakulum kommen hier natürlich die an den langen Griffeln der weiblichen Blüten sitzenden Narben mit dem umherkriechenden Insekt in Berührung, und die Pollenkörner bleiben an ihnen kleben, beginnen zu keimen und dringen durch den Griffelkanal bis zur Eianlage in den Fruchtknoten ein. Die Verteilung der Geschlechter auf die Rezeptakeln ist je nach den Sektionen innerhalb der Gattung eine verschiedene; bei den meisten sitzen die weiblichen oder Samenblüten in besonderen Rezeptakeln. Zwei Staubgefäße besitzen die männlichen Blüten in den Sektionen Eusyce, Sycomorus und Neomorphe, ein Staubgefäß findet sich bei den übrigen.

Bei weitem die wichtigste Art dieser Gattung ist die zur Sektion Eusyce gehörende echte Feige, F. carica (Abb. 148), deren wilde Form im Mittelmeergebiet und in Vorderasien weitverbreitet ist. Hier wächst sie, meist in der Form eines Strauches, an Mauern, Felsen und sonstigen sonnigen Orten; selbst in den südlichen Alpentälern kann man sie noch in Felsritzen beobachten. Sie ist schon in der späteren Tertiärzeit, wie fossile Reste beweisen, im westlichen Mittelmeergebiet heimisch gewesen, im Quartär auch noch in Südfrankreich.

Die Kultur der echten Feige ging aller Wahrscheinlichkeit nach vom vorderen Orient, und zwar vermutlich von Syrien, aus und hat sich dann nicht nur über das Mittelmeergebiet, sondern auch nach Nord- und Südamerika, Südafrika und Australien verbreitet. In Deutschland gedeiht die echte Feige nur mit Winterschutz, im südlichen Tirol dagegen schon ohne einen solchen.

Die echte Feige wird gewöhnlich in Form eines kleinen Baumes gezogen, dem die schlangenartig gebogenen Zweige ein eigenartiges Aussehen verleihen. Die Äste enthalten viel Milchsaft, und die Rinde ist gekennzeichnet durch die großen, ringförmigen Narben, welche die früh abfallenden Nebenblätter hinterlassen. Das Holz ist schwammig und ohne besonderen Wert, wird aber doch zu gewöhnlichen Tischlerarbeiten benutzt, während die jungen Zweige zur Herstellung billiger Körbe dienen. Die abwechselnd stehenden, vielgestaltigen, meist aber tief und fingerförmig gelappten Blätter (Abb. 147, A 1) sind durch ihre vielen Zystolithen rauh. Die einzeln in den Blattachseln sitzenden Sammelfrüchte haben gewöhnlich eine birnförmige Gestalt (Abb. 147, A 1) und sind im Reifestadium meist purpurrot oder dunkelblau.

Die „Feigen“ genannten Sammelfrüchte werden im Mittelmeergebiet nicht nur wie in Deutschland als Obst oder Naschwerk benutzt, sondern stellen in vielen Gegenden geradezu ein Nahrungsmittel dar, das zu gewissen Zeiten sogar die Hauptnahrung für Mensch und Tier bildet. Als Ausfuhrartikel spielen namentlich die bei Smyrna in Kleinasien kultivierten Feigen eine große Rolle, die früher hauptsächlich, auf Schnüre gereiht oder in kuchenartige Form gepreßt, in Fässern oder Schachteln in den Handel kamen, neuerdings aber, wie die kalifornischen, häufig in kleine Strohkörbchen verpackt werden. Von Südfrankreich und der Riviera gelangen viele kandierte Feigen in den Handel. Besonders beliebt sind die kleinen Marseiller und die großen Genueser Feigen. Auch als Heilmittel, namentlich als Brusttee und als erweichendes Mittel bei Geschwüren, wurde und wird die Feige viel benutzt, ferner als Mittel, um schlechtschmeckende Arzneien schmackhaft zu machen. Große Mengen werden jetzt in geröstetem Zustande als Feigenkaffee dazu verwendet, dem Kaffee einen kräftigeren Geschmack zu verleihen.

Die echte Feige besteht in ihrer Kulturform im wesentlichen aus Pflanzen mit weiblichen Rezeptakeln. Um deren Befruchtung zu ermöglichen, die freilich zur Hervorbringung saftiger Früchte nicht gerade nötig ist, pflegt man noch heute, wie im Altertum, in großen Gebieten des Mittelmeeres die sogenannte Kaprifikation anzuwenden, d. h. man hängt Zweige der wilden Form der echten Feige, der sog. Bocksfeige oder Caprificus, mit männliche Blüten enthaltenden Rezeptakeln in die Krone der kultivierten Eßfeige.

Daß die Feige im Altertum eine sehr bedeutende Rolle spielte, geht schon daraus hervor, daß sie in der Bibel häufig erwähnt wird. Sie gehörte zu den gepriesenen Vorzügen des Gelobten Landes, und als Ideal einer glücklichen Zeit wird erhofft, daß jeder unter seinem Feigenbaume sitze. Für das alte

Ägypten hatten die Feigen, anders als für das moderne, nur geringe Bedeutung. Wahrscheinlich wurde der Feigenbaum verhältnismäßig spät dort eingeführt, da man ihn erst in den Wandgemälden eines Grabes der zwölften Dynastie (in der Darstellung einer Feigenernte) abgebildet findet und auch erst in gleichzeitigen Gräbern die ersten Feigen angetroffen wurden. Syrische Feigen hatten dagegen wegen ihrer Schmackhaftigkeit einen guten Namen und wurden sogar nach Ägypten eingeführt. Merkwürdig ist, daß auch in Medien und Persien und sogar in Babylonien die Feige nur spät Eingang fand; ließ sich



Abb. 148: Echte Feige (Ficus carica), in Kalifornien kultiviert. Nach Photographie.

doch Xerxes durch attische Feigen täglich daran erinnern, daß in seinem Lande dieser Fruchtbaum nicht angebaut werde. Aber auch nach Griechenland scheint die Feige erst in jüngerer geschichtlicher Zeit gelangt zu sein. Die Ilias kennt sie noch nicht, in Troja hat man keine Spuren von ihr entdeckt; die Stellen der Odyssee, wo die Bezeichnung σῦκος vorkommt, sollen spätere Einschiebsel sein, und auch Hesiod erwähnt die Feige nicht. Später war der Feigenbaum neben dem Ölbaum und dem Weinstock eine der wichtigsten Nahrungspflanzen des mittleren und südlichen Griechenlands und wurde als ein Geschenk der Demeter oder Ceres angesehen, zum Danke dafür, daß sie auf der Suche nach ihrer geraubten Tochter Persephone in Athen von Phytalos freundlich aufgenommen wurde. In Athen wurden die Feigen im Laufe der Zeit so recht die Nahrung des armen Mannes, und auch Diogenes mag sich

in seinem Fasse hauptsächlich von ihnen ernährt haben. Es wurde verboten, Feigen auszuführen, und die Beamten, welche die Durchführung dieses Verbotes zu überwachen hatten, wurden Sykophanten genannt, ein Name, der später auf alle Arten von Aufpassern und Angebern übertragen wurde.

Nach Italien und anderen Mittelmeerländern wird die Kultur der Feige durch die Phönizier und Griechen gelangt sein. Romulus und Remus sollen von der Wölfin unter einem Feigenbaum gesäugt worden sein.

Die echte Feige hat eine Reihe naher Verwandter in Vorderasien bis zur indischen Grenze hin, ja eine sehr nahe verwandte Art, die handblätterige Feige, F. palmata, bildet in Südarabien und Nordabessinien noch heute wilde Baumbestände. Auch durch ganz Südasien sowie durch das tropische Afrika bis zur Westküste ist diese Sektion Eusyce verbreitet, allerdings zum Teil in recht abweichenden Formen.

Die Sektion Sycomorus unterscheidet sich dadurch von Eusyce, daß die Rezeptakeln auf besonderen Zweigsystemen vereinigt sind, die keine oder doch nur rudimentäre Blätter tragen.

Auch zu dieser Sektion gehört eine wichtige Nutzpflanze, die echte Sykomore, F. sycomorus (Abb. 147, B). Sie ist ein bis 16 m hoher, aber schon tief am Stamme verzweigter, dickstämmiger Baum mit breiter Krone. Das Blatt ist nicht gefingert, sehr rauh und ähnelt etwas dem Maulbeerblatt: daher auch der Name Maulbeerfeige. Die Rezeptakeln werden nicht so groß wie die des echten Feigenbaumes und sind bei weitem nicht so wohlschmeckend (daraus mag der Name Eselsfeige zu erklären sein), stehen aber massenhaft beieinander und bilden dort, wo der Baum häufig vorkommt, ein sehr geschätztes Nahrungsmittel. Obgleich der Baum wohl aus den Grenzgebieten Abessiniens stammt, muß er sich doch schon sehr frühzeitig im Nillande heimisch gemacht haben, wie zahlreiche farbige Abbildungen in Grabkammern, die bis in die Zeit der fünften Dynastie hinaufreichen, deutlich dartun. Nicht nur pyramidenförmig in Körbchen aufgehäufte Eselsfeigen sind dort dargestellt, sondern auch die Ernte derselben und sogar das Abholzen der Bäume; die Rezeptakeln sind dabei meist von intensiv goldgelber Farbe und rot umrandet oder schattiert, seltener gelbbraun gefärbt. Auch hat man Sykomorenzweige als Beigaben für die Toten gefunden, und die Feigen derselben haben die gleichen Formen wie heutzutage und, was das Merkwürdigste ist, sie zeigen die gleichen Einschnitte, die noch jetzt in Ägypten an den Rezeptakeln angebracht werden, um ihnen den bitteren Geschmack zu nehmen, sei es nun, daß die Entfernung des Milchsaftes oder die Tötung der Blastophagen die Ursache der Entbitterung ist. Interessant ist übrigens, daß sich der Prophet Amos als „Sykomorenbohrer" bezeichnete, ein Beweis, daß schon zu seiner Zeit der schöne Baum in Palästina angepflanzt wurde. Auch sonst wird die Sykomore in der Bibel wiederholt erwähnt: nach den Makkabäern z. B. wuchs er in der Höhe von Rephaim, westlich von Jerusalem, und nach Lukas (19, 4) erkletterte Zachäus eine Sykomore. Noch heute begegnet man ihr in Palästina häufig, ebenso auf Zypern, aber sie hat dort nicht entfernt die Bedeutung, die ihr in Ägypten zukommt, wo sich z. B. bei Kairo ganze Alleen des eigenartigen, aber schönen und schattigen Baumes finden. Sogar verehrt wurde die Sykomore schon in uralten Zeiten von den Ägyptern als Baum des Lebens und der Isis; es galt nach den Inschriften als heißester Wunsch der Abgeschiedenen, „unter einer Sykomore zu wandeln und die Seele in ihrem kühlen Schatten zu erlaben".

Die Eselsfeigen wurden, wie unzählige Papyri belegen, auch als Heilmittel benutzt, und das weiche, aber dauerhafte und häufig durch Versenkung in Wassergräben und Teiche fast unzerstörbar gemachte Holz diente als das wichtigste Material zur Herstellung von Mumienkästen und Sarkophagen sowie zu Holzschnitzereien, Statuen, Reliefdarstellungen an Särgen und Tempeln.

Trotz all dieser Vorzüge hat diese Pflanze bisher keine weitere Verbreitung erlangt. Wilde Sykomorenarten gibt es aber in sehr großer Anzahl im tropischen Afrika, teilweise mit eßbaren Früchten, die hier und da sogar Handelsartikel bilden. Einzelne Arten finden sich selbst im Kapgebiet und in Südwestafrika. Viele von diesen wildwachsenden Arten gedeihen in den trockenen Gebieten Afrikas, besonders in den Graslandschaften, und dienen den Karawanen nicht nur als Richtpunkte, sondern auch dazu, in ihrem tiefen Schatten auf ihren heißen Märschen zu rasten. Neuerdings sind im französischen Westafrika Pfropfversuche von Feigen auf Sykomoren mit Erfolg ausgeführt worden; sie lassen hoffen, daß in Zukunft auch in den Tropen eine Feigenkultur auf Sykomorenunterlage möglich sein wird.

Eßbare Früchte haben neben den echten Feigen und den Sykomoren noch viele Vertreter anderer Sektionen der Gattung. Im Malaiischen Archipel werden vor allem die großen, haufenweise am Stamm an kleinen Knoten stehenden Rezeptakeln der Sektion Covellia gegessen, die durch zu einer Röhre verwachsene Perigonblätter der weiblichen Blüte gekennzeichnet

ist. Auch die der Eusyce nahe verwandte südasiatische Sektion Neomorphe, die gleichfalls große, haufenweise beieinander stehende Rezeptakeln besitzt, liefert oft eßbare Früchte.

Die über das ganze Tropengebiet der Alten Welt verbreitete, namentlich im sekundären Gebüsch sowie im Buschwald häufige Sektion Sycidium ist auffällig durch äußerst rauhe und daher viel zum Polieren und als Putzmaterial gebrauchte Blätter. Ihre Rezeptakeln stehen meist zu zweien in den Blattachseln.

Die Sektion Synoecia ist süd- und ostasiatisch und umfaßt wenige Arten vermittels der Wurzeln kletternder Gewächse mit sehr großen Rezeptakeln und häufig verschieden geformten Blättern, je nachdem die Zweige kriechen oder aufrecht in die Höhe gehen.

Die kleine malaiische Sektion Palaeomorphe, deren männliche Blüten einen verkümmerten Fruchtknoten besitzen, hat nur eine geringe Bedeutung.

Um so wichtiger ist die Sektion Urostigma, bei der sich weibliche Gall- und männliche Blüten mit einem Staubgefäß zusammen in denselben Rezeptakeln befinden, und zwar stehen diese meist paarweise in den Blattachseln. Zu dieser Sektion, welche die gesamten Tropen bewohnt, gehören viele der gewaltigsten Riesen des Urwaldes, ferner die am merkwürdigsten gestalteten Baumformen des Tropenwaldes sowie diejenigen Bäume, die den größten Platz einnehmen; vor allem aber sind fast alle Baumwürger ihr zuzurechnen. Deshalb werden sie auch allgemein als Würgfeigen oder Mörderfeigen (Taf. 29, b) bezeichnet, die den tropischen Forstmännern als arge Schädlinge der Waldbäume verhaßt sind.

Was der Kuckuck unter den Vögeln, das ist die Urostigma-Feige unter den Bäumen. Ein kleiner Feigensame, durch eine Wildtaube nach ihrer Feigenmahlzeit in irgendeinem Astwinkel eines Baumriesens abgesetzt, vermag diesem den Untergang zu bringen. Der Same keimt, wächst in der feuchten Luft des Urwaldes mit Hilfe der in dem Astwinkel vorhandenen spärlichen Nahrungsstoffe, sendet Luftwurzeln hinab, um schnell den Boden zu erreichen, sowie Kletterwurzeln am Stamm entlang, die in dessen Ritzen durch kleine Würzelchen Nahrung genug finden, um schließlich zum Boden zu gelangen. Haben diese Wurzeln die Erde erreicht, so wachsen sie schnell in die Dicke, der bisher auf epiphytische Lebensweise angewiesene Strauch wird unabhängig und wächst, an den Stützbaum eng angeklammert, zu einem allmählich immer mächtiger werdenden Baum aus. Alles das würde dem Stützbaum wenig schaden, zumal die Krone des Feigenbaumes sich gewöhnlich unterhalb der Krone des Stützbaumes befindet, und die jungen Feigenbäume im allgemeinen nur dann, wenn die Samen nicht allzu weit von der Erde zur Keimung gelangen, den Boden zu erreichen vermögen. Aber die Würgfeige hat eine andere, viel schlimmere Eigenschaft. Die dem Stamm des Stützbaumes angeschmiegten Wurzeln wachsen gewöhnlich nicht senkrecht zum Boden hinunter, sondern in schiefer Richtung, treffen daher aufeinander und verwachsen miteinander, so daß eine Art Gitterwerk entsteht, das den Stützbaum völlig umgibt und ihm die Möglichkeit nimmt, in die Dicke zu wachsen. Dieser wird im Laufe der Jahre dadurch, daß er kein neues Kambium bilden kann, abgetötet, und die Mörderfeige umklammert eine Riesenleiche. In der Folge fault das tote Holz weg oder fällt den Termiten zum Opfer, und an Stelle des Urwaldbaumes erhebt sich dann, in einer Art Pseudomorphose die Gestalt des letzteren nachahmend, die Mörderfeige hoch in die Lüfte.

Dies ist die Lebensgeschichte der meisten Urostigma-Arten, jedenfalls der wichtigsten von ihnen. Manche Arten keimen zwar auch im Erdboden, aber im dichten Walde gelangen sie dann nur selten dazu, sich den Weg zur Sonne zu bahnen, was ihnen, wenn sie als Epiphyten beginnen, sehr erleichtert wird. Viele dieser Urostigma-Arten werden auch als Alleebäume



a) Malaiischer Banyan (Ficus Benjamina). Nach Photographie von Platé u. Co.



b) Würgfeige (Ficus sect. Urostigma) auf Java.
Nach Photographie des Verfassers.



c) Kautschukfeige (Ficus elastica) auf Java.
Nach Photographie des Verfassers.

benutzt, wozu sie sich freilich wegen ihrer Neigung, Luftwurzeln und oberflächlich kriechende Erdwurzeln zu bilden, nur wenig eignen. Dagegen findet man einige Arten, die sogenannten **Banyanbäume**, in Südasien überall als riesige Schattenbäume sowie als Regenschutz für Märkte und Volksfeste auf den großen, freien Plätzen angepflanzt.

Besonders beliebt ist in Vorderindien der **bengalische Banyanbaum**, F. bengalensis (Abb. 149), ein bis 30 m hoher, großblätteriger Baum, der mit seinen breit ausladenden, durch mächtige Stützwurzeln gehaltenen Seitenzweigen oft große Flächen bedeckt, so daß, wie man angibt, Heere von 20000 Mann unter seinem Schatten lagern können. Ein riesiger Banyan im Botanischen Garten in Kalkutta hatte 1886 eine Krone von 280 m Umfang, die von einem Stamm von 14 m Umfang und von 232 Luftwurzeln,



Abb. 149: **Bengalischer Banyanbaum** (Ficus bengalensis), in Westindien kultiviert. Nach Photographie von Ellen Gibsone in Wittenberg.

zum Teil von 4 m Umfang, getragen bzw. gestützt wurde. Bei Poona im westlichen Dekkan (Vorderindien) wurde im Jahre 1882 sogar eine Krone von über 500 m Umfang an einem Banyan festgestellt.

In Java und auch sonst im Malaiischen Archipel herrscht eine Art mit kleinen Blättern vor, der **malaiische Banyanbaum**, F. benjamina (Tafel 29, a), während in Hinterindien und Südchina gewöhnlich der nahe verwandte **chinesische Banyanbaum**, F. retusa, angepflanzt wird.

In der Südsee sind Banyanbäume anderer Arten vorhanden; als mächtigster kommt der geradezu phänomenale Dimensionen erreichende **Aoa-Banyanbaum**, F. aoa, von Samoa (Abb. 150) in Betracht.

Nicht zu den Banyanbäumen gerechnet wird der **heilige Feigenbaum**, F. religiosa, der in Indien unter dem Namen **Pipul** oder **Bo** (**Bodhi**) häufig angebaut wird und an den rundlich-eiförmigen Blättern mit langer Träufelspitze leicht kenntlich ist. Er ist dem Buddha heilig, da in seinem Schatten die Inkarnation Buddhas erfolgt sein soll; die Hindus dagegen behaupten, daß der Gott Wischnu unter diesem Baume das Licht der Welt erblickt habe. Der älteste Baum dieser Art und wohl überhaupt der älteste Baum der Welt ist der heilige Bodhibaum von Anuradhapura, der vor 2227 Jahren von Arahâ Mahinda, dem Sohn des Königs Asoka, gepflanzt wurde und von drei großen, vor 2200 Jahren errichteten buddhistischen Altären umgeben ist. Nur die fortwährende Verjüngung dieser Ficus-Arten durch zu Stämmen auswachsende bzw. mit dem Stamm verwachsende Luftwurzeln macht das hohe Alter dieses Baumes erklärlich.

In Afrika werden gleichfalls häufig Feigenbäume der Sektion Urostigma auf den Dorfplätzen oder als Alleebäume angepflanzt; zwei voneinander kaum verschiedene Arten, die Rindenzeug-Feigenbäume, F. rokko und F. chlamydodora, sind als Zeuglieferanten durch das ganze einigermaßen feuchte tropische Afrika als Kulturpflanzen verbreitet. Man darf wohl annehmen, daß vor Einführung der



Abb. 150: Aoa-Banyanbaum (Ficus aoa), in Samoa. Nach Photographie.

Spinn- und Webekunst bzw. des Handels mit ihren Produkten der primitive Mensch in den Tropen Asiens und Afrikas sich im wesentlichen mit Stoffen bekleidet hat, die aus geklopfter Rinde hergestellt waren. Dazu dienten vermutlich in Polynesien der Papiermaulbeerbaum, in Südasien und im tropischen Afrika aber vor allem Ficus-Arten. Jetzt werden in Südasien nur noch an einzelnen Stellen, z. B. in Neuguinea, auf Celebes und den Philippinen, Rindenstoffe gebraucht, und nur im Inneren Afrikas hat sich diese Bekleidungsweise in größerem Umfang erhalten.

Ist diese Verwendungsart der Feigenbäume im Aussterben begriffen, so nimmt eine andere sichtlich zu, nämlich die Benutzung der Ficus-Arten als Kautschuklieferanten. Etwas Kautschuk enthalten wohl die meisten in ihrer Milch, gewöhnlich aber so wenig und so mit anderen harzigen oder wachsartigen und den Kautschuk schnell zum Verderben bringenden Stoffen vermischt, daß eine rationelle Ausbeutung nicht rentabel ist. Dennoch wird der Milchsaft mancher Arten gesammelt, z. B. von Ficus Vogelii in Westafrika, gewöhnlich aber dient er nur dazu, andere, bessere Milchsäfte zu verfälschen. Aus dem Milchsaft einiger in Java und Sumatra wachsenden Arten wird sogar eine Art Wachs gewonnen.

In dem Kautschuk-Feigenbaum, F. elastica (Taf. 29, c; Abb. 151), hat die Gattung dagegen einen ausgezeichneten Kautschuklieferanten, der in seiner Heimat vielfach in den Wäldern ausgebeutet wird. Seit einigen Jahren baut man ihn namentlich auf den Großen Sundainseln in ausgedehnten Plantagen an, wobei man freilich die vielen, beim Anzapfen störenden Luftwurzeln großenteils zu entfernen pflegt. Wild wächst Ficus elastica als riesiger Urwaldbaum und Würgfeige in dem Gebirgsgürtel, der sich von Assam längs der Westseite Hinterindiens über die Malaiische Halbinsel nach Sumatra und Java hinzieht. Da er in Assam zuerst angezapft wurde, bezeichnet man das Produkt häufig als Assamkautschuk. Plantagenmäßig angebaut wird diese Ficus-Art vor allem in Java und Sumatra, neuerdings auch auf Borneo, in Westafrika und anderen Gebieten, meist unter dem malaiischen Namen Rambong. Ihre Vermehrung erfolgt überaus leicht durch Markotten oder einfache Stecklinge, aber es dauert sieben Jahre, bis der Baum zapfreif wird. In den schrägen, mit dem Buschmesser angebrachten Rindeneinschnitten koaguliert der Milchsaft sehr schnell. Infolgedessen gelangt dieser Kautschuk in kleinen Stücken in die Faktorei, wo er zu größeren Formen zusammengepreßt wird. Oft aber wird auch die Milch gewonnen und nachträglich koaguliert. Die Beschaffenheit des Assamkautschuks steht wegen der geringeren Reinheit, einer Folge des Harzgehaltes, etwas hinter dem Parakautschuk von Hevea brasiliensis zurück; auch wächst F. elastica nicht so schnell wie Hevea, gedeiht aber infolge der Luftwurzeln selbst an steilen Abhängen und dem Wind ausgesetzten Stellen, also dort, wo man die Hevea nicht mehr anzupflanzen wagen würde. Seit langem befindet sich der Baum in Kultur; in den tropischen botanischen Gärten fällt er durch seine oberhalb der Erde hinkriechenden Wurzeln auf (Taf. 29, c). Als sogenannter Gummibaum ist dieses wichtige Gewächs auch in Deutschland allgemein als Zimmerpflanze bekannt, jedoch scheint die bei uns gezogene Form — sie wird immer wieder durch Stecklinge vermehrt — in der langen Gefangenschaft die Fähigkeit, Kautschuk zu produzieren, einigermaßen eingebüßt zu haben; denn die Versuche, diese Zimmer-Gummibäume in den Tropen als Kautschukpflanzen zu kultivieren, haben zu Mißerfolgen geführt.



Abb. 151: Kautschuk-Feigenbaum (Ficus elastica).

1) Zweig mit Fruchtständen, verkleinert; 2) Rezeptakulum, im Längsschnitt und von oben; 3) männliche Blüten, vergr.; 4) Staubgefäße, von vorn und hinten, vergr.; 5) Gallenblüte, vergr.; 6) weibliche Blüte, vergr.; 7) Frucht, vergr.

Auch als Lacklieferanten sind einige Ficus-Arten von Wichtigkeit, wenn auch unfreiwillig, nämlich lediglich dadurch, daß sie den Schellack produzierenden Schildläusen als Aufenthaltsort dienen. Neben den erwähnten Arten F. bengalensis und F. religiosa kommt hier insbesondere der indische Lack-Feigenbaum, F. laccifera, in Betracht.

Eine weitere, recht interessante Gruppe der Morazeen ist die Unterfamilie der **Conocephaloïdeae** oder **Kegelkopfgewächse**, die den Artocarpoïdeae sehr nahe steht. Am bekanntesten ist die südamerikanische Gattung Cecropia, der Trompetenbaum, auch Kanonenbaum genannt (Abb. 152; Abb. 153, A), dessen erster deutscher Name daher stammt, daß die Eingeborenen seine hohlen Stengel zu Blasinstrumenten benutzen. Es sind schnell wachsende, teilweise im sekundären Walde aufschießende Bäume von besonderem, häufig armleuchterartigem Wuchs, mit großen, fingerförmig geteilten, unterseits oft schneeweiß behaarten Blättern und gestielten, walzigen, meist zu mehreren beieinander stehenden, getrenntgeschlechtigen Blütenkolben. Besonders hervorzuheben ist die eigentümliche Myrmekosymbiose dieser Pflanzen, die vor allem darin besteht, daß die hohlen, gekammerten Stengel (Abb. 153, A 7) mit ihren besonders dünnen Wandstellen Ameisen die Möglichkeit geben, leicht einzudringen und ihre Nester darin anzulegen. Auch für Ameisennahrung ist bei vielen Arten der Gattung dadurch gesorgt, daß am Grunde der Blattstiele zwischen einem Haarfilz stecknadelkopfgroße, nährstoffreiche Körperchen erzeugt werden (Abb. 153, A 8). Anderseits nützen die Ameisen aber auch den Zekropien, und zwar dadurch, daß sie ihnen als Schutzgarde gegen allerhand tierische Schädlinge dienen, namentlich gegen die in Südamerika so häufigen Blattschneiderameisen, die häufig in kürzester Zeit die Bäume ihrer Blätter völlig berauben.



Abb. 152: Trompetenbaum (Cecropia), im tropischen Amerika. Nach Photographie von A. Purpus in Darmstadt.

Der Nutzen der Zekropien ist im allgemeinen gering, wenngleich die Frucht gelegentlich gegessen, die Rinde als Gerbmaterial, der Bast für Stricke, das Holz als Reibholz zum Feueranmachen benutzt wird.

Besser sollen die säuerlich-süßen Früchte der verwandten, gleichfalls südamerikanischen Gattung Pourouma schmecken, deren Blüten aber nicht kolbig angeordnet sind, sondern Knäuel oder Scheinköpfchen bilden bzw. einzeln stehen. Die gleichfalls südamerikanische Gattung Coussapoa mit ungeteilten Blättern zählt wie die Gattung Ficus auch Baumwürger unter ihren Arten.



Abb. 153: Kegelkopfgewächse (Conocephaloïdeae).

A) Cecropia palmata: 1) Zweig mit männl. Blütenständen; 2) Teil eines männl. Blütenstandes, von außen; 3) derselbe, im Querschnitt; 4) Schuppe desselben, vergr.; 5) weiblicher Blütenstand, im Querschnitt; 6) Frucht, vergrößert; 7) Zweig, teilweise geöffnet; 8) Nährstoffkörperchen, vergr. B) Myrianthus arboreus: 1) Scheinfrucht; 2) Teil derselben, im Längsschnitt. C) Musanga Smithii: 1) Männlicher Blütenstand als Knospe; 2) männl. Blütenköpfchen, im Längsschnitt; 3) männl. Blüte, vergr.; 4) weibl. Blüte, vergr.; 5) Scheinfrucht; 6) Einzelfrüchte; 7) eine Einzelfrucht, vergr.

In Afrika ist die Gruppe vertreten durch die Gattungen Myrianthus oder Kugelkopfbaum und Musanga oder Schirmbaum, von denen erstere eßbare, kugelige Fruchtstände (Abb. 153, B) und umfängliche, meist drei- bis fünflappige Blätter aufweist, letztere (Abb. 153, C) durch ihre großen, schildförmigen, in viele Abschnitte geteilten Blätter eine sehr auffallende Erscheinung im tropisch-afrikanischen Walde ist.

Der westafrikanische Schirmbaum, Musanga Smithii, ist ein auf Waldlichtungen, namentlich in Kamerun äußerst schnell wachsender und massenhaft auftretender Baum, dessen sehr leichtes Holz sich gut zur Herstellung von Zündholzschachteln eignet.

In Asien ist die Gruppe nur durch die Gattung Conocephalus oder Kegelkopfliane vertreten, deren Arten als mächtige Wurzelkletterer im malaiischen Regenwalde wachsen und durch wohlriechende, meist violette Blütenköpfchen sowie große ungeteilte Blätter auffallen.

Die letzte Unterfamilie der Morazeen, die der **Cannaboïdeae** oder **Hanfgewächse**, ist durch trockene Schließfrüchte, fleischiges Nährgewebe und gekrümmte Embryonen charakterisiert. Auch durch das Fehlen des Milchsaftes und der ringförmigen Narben der Nebenblätter unterscheidet sich diese Unterfamilie sehr von den meisten übrigen Morazeen. Man wird wohl in Zukunft wieder dazu kommen, sie wie früher als besondere Familie von den Morazeen zu trennen.



Abb. 154: Gemeiner Hanf (Cannabis sativa). Nach Photographie von F. Rehnelt in Gießen.

Nur zwei kleine, aber wichtige Gattungen gehören zu den Hanfgewächsen, Cannabis, der Hanf, mit einer Art, und Humulus, der Hopfen, mit zwei Arten.

Die einzige Art der Gattung Cannabis, der gemeine Hanf, C. sativa (Abb. 154), ist ein bis 2 m hohes Gewächs mit geradem Stengel, fingerförmigen, aus fünf bis neun schmalen, gezähnten Abschnitten zusammengesetzten, abwechselnd stehenden Blättern und an verschiedenen Individuen befindlichen getrenntgeschlechtigen, unscheinbaren Blüten. Die männlichen Blüten (Abb. 155, 1 und 2) sind zu kurzen Trauben vereinigt, die weiblichen (Abb. 155, 4 und 5) stehen einzeln oder paarweise. Beide Arten von Blütenständen kommen aus den Blattachseln hervor, die weiblichen sind aber, da sie sehr kurz sind, mehr versteckt.

Der Hanf stammt vermutlich aus dem nördlichen Zentralasien und ist von dort frühzeitig, vielleicht schon im zweiten Jahrtausend v. Chr., durch die Wanderungen der skythischen Stämme nach dem östlichen Europa gelangt; am Schwarzen Meer wuchs er schon zur Zeit Herodots wie noch heute wild. Im mittleren und westlichen Europa ist er dagegen weder aus der Stein- noch aus der Bronzezeit nachgewiesen, und selbst im ersten Teile der Eisenzeit war er vermutlich noch unbekannt, da das zuerst aufgefundene Hanfgewebe aus der Zeit der Völkerwanderung stammt. Obgleich der Hanf häufig von den Kulturfeldern aus verwildert, ist er doch auch heute noch keine wilde Pflanze unserer Flora geworden. Auch ins Mittelmeergebiet drang diese Kulturpflanze erst langsam ein. Nach Herodot webten zwar die Thrazier um 484 v. Chr. schon Kleider aus Hanf, in Griechenland war die Pflanze aber damals noch unbekannt, wie Herodot besonders hervorhebt. Ebenso kannten sie weder die alten Ägypter noch das Volk Israel. Die Römer erwähnen den Hanf zuerst um 100 v. Chr., doch bürgerte sich seine Kultur in Italien bald ein, und sowohl agrarische Schriftsteller, wie Varro und Columella, als auch medizinische und naturwissenschaftliche,

wie Dioskorides und Plinius, besprechen den Anbau der Pflanze. Nicht nur die Verwendung der Bastfasern als Material für Seile, Stricke und Netze war den Römern bekannt, sondern auch schon die Heilwirkung. Nach China muß der Hanf frühzeitig gelangt sein, da er schon in den ältesten Schriften, besonders in dem aus dem 5. Jahrhundert stammenden Shuking, erwähnt wird; auch finden sich alte Sanskritnamen für ihn, auf die sich nicht nur die sonstigen indogermanischen, sondern auch die semitischen Namen der Hanfpflanze zurückführen lassen.

Jetzt ist die Kultur des Hanfes sehr weit verbreitet: Rußland, Polen, Süddeutschland, besonders aber Norditalien und die Umgebung von Neapel sind Zentren bedeutenden Hanfbaues, doch auch in Nordamerika und Asien wird viel Hanf gewonnen. In allen diesen Gebieten wird er fast ausschließlich wegen seiner Fasern gebaut; diese dienen im wesentlichen zur Herstellung von Tauen, Stricken und grobem Garn sowie zu Netzen und gröberen Geweben, besonders für Gurte und Segeltuch. Zu Bekleidungsstoffen wird der Hanf nur selten gebraucht, da das Hanfleinen zwar dauerhafter, aber weit weniger fein ist wie die aus Baumwolle und Leinen hergestellten Stoffe. Auch sehr haltbares Papier wir daus Hanf bereitet, das zur Herstellung von Papiergeld und anderen Scheinen benutzt wird, für die große Dauerhaftigkeit erforderlich ist. Die Kultur ist einfach: die kleineren männlichen Pflanzen werden nach beendeter Blüte



Abb. 155: Gemeiner Hanf (Cannabis sativa).

1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüten, vergrößert; 3) Staubgefäße, vergrößert; 4) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Frucht, vergrößert.

ausgerauft, die weiblichen einige Wochen später geerntet. Seltsamerweise wird dieses Ausraufen häufig als Fimmeln bezeichnet, was mit dem Worte femellus = weiblich zusammenhängt. Man sah nämlich früher die schwächere männliche Pflanze als weiblich an und bezeichnete sie als Fimmel, während die wirklich weibliche Pflanze Maschel oder Masch (von masculus = männlich) genannt wurde. Der durch Rotten (Rösten) in Wasser gelockerte und nach dem Trocknen durch Klopfen und Brechen von den anderen Gewebeteilen getrennte Rindenbast wird durch den Hechelprozeß von den kurzen Fasern gesondert und in parallel liegenden, langen Fasern ausgebreitet.

Aus dem holzigen Rückstand der Hanfstengel kann man eine zur Schießpulverbereitung dienliche Holzkohle herstellen, während das Wasser der Röste wegen der vielen aufgelösten stickstoffhaltigen Bestandteile als Dünger Verwendung findet. Da es aber auch giftige Substanzen enthält, soll man den Hanf nicht in solchem Wasser rotten, das zum Trinken für Mensch oder Tier dient.

Im Orient und in den tropischen Gegenden wird der Hanf mehr wegen seines Harzes gebaut, das ein sehr altes, unter dem Namen Haschisch bekanntes Rauschmittel darstellt. Schon Herodot berichtet, daß die Skythen sich mit Wohlgefallen in abgeschlossenen Zelten dem Rauch erhitzter Hanfsamen aussetzten. Jetzt wird der Haschisch, der entweder aus dem Harz allein oder aus den unmittelbar nach dem Blühen gepflückten Spitzen der Pflanzen oder aber aus den Blättern und den halbreifen Kapseln besteht, sowohl geraucht als gegessen. Da das wirksame, namentlich an den die weiblichen Blüten umgebenden Blättchen sitzende Harz unangenehm bitter ist, sucht man den Geschmack durch Zucker, Honig und Gewürze in den gebräuchlichen Präparaten zu verdecken. Am wirksamsten ist natürlich das reine Harz, das in erbsen- bis

walnußgroßen Stücken, die aus den mühsam gesammelten kleinen Harztröpfchen der Zweigspitzen bestehen, in den Handel kommt. Zuweilen soll das Harz auch auf die Weise gesammelt werden, daß man in ledernem Anzug durch die Pflanzreihen läuft und nachher von dem Leder die haftengebliebenen Tröpfchen absucht.

In unserem Klima ist der Harzgehalt der Pflanze nur gering, immerhin wirken auch hier die Blätterauszüge, innerlich genommen, betäubend; ja, schon die frischen Blätter erregen zuweilen Kopfschmerz, und manche Arbeiter werden beim Ausraufen der Hanfpflanzen geradezu betäubt. Der Hanf des Orients und der trockeneren Teile Indiens entwickelt aber jedenfalls weit mehr Harz und wurde früher sogar unter dem Namen Cannabis indica als besondere Art angesehen. Auch der Wuchs ist in diesen Gegenden höher: man findet sogar Pflanzen von fast 4 m Höhe.

Namentlich im Mittelalter war der Haschischgenuß in mohammedanischen Ländern stark verbreitet: als Ersatz des vom Koran verbotenen Alkoholgenusses. Der berüchtigte Orden der Haschischin, der den Kreuzfahrern so gefährlich wurde, hatte von diesem Rauschmittel seinen Namen, da er seine Mitglieder durch den Haschischgenuß fanatisierte. Das französische Wort assassin (= Mörder) leitet seinen Ursprung von dem Namen dieses Ordens, also wieder von dem Haschisch her, da die Haschischin vor keinem Mord zurückschreckten.

Der Haschischgenuß ist aber auch auf nichtmohammedanische Völker übergegangen und besonders unter den afrikanischen Negern sehr im Schwange. So frönen z. B. die aus Bewohnern von Unyamwesi in Deutsch-Ostafrika bestehenden Trägerkarawanen in hervorragendem Maße dem Haschischrauchen, das bei ihnen einen eigentümlichen trockenen Husten hervorruft. In geringem Maße geraucht oder gegessen, stimmt der Haschisch fröhlich und erregt angenehme Gefühle und Sinnestäuschungen. Im Übermaß genossen, ist er aber äußerst gefährlich und in seiner Wirkung nur mit Kokaïn und Morphium vergleichbar; er bringt den Sklaven dieser Leidenschaft körperlich und geistig zum Verfall, ja die Zerrüttung des Geistes findet häufig ihr Ende in völliger Umnachtung.

Die Hanfsamen enthalten fettes Öl sowie schleimige Substanzen; sie sind eine beliebte Nahrung vieler Stubenvögel und werden auch als reizmildernde Mittel in Form von warmen Umschlägen und Emulsionen gern benutzt, besonders bei Schleimhautentzündungen und Blasenleiden. Das Öl selbst dient zu verschiedenen technischen Zwecken, zur Fabrikation von Seifen und Firnissen; außerdem findet es in der Medizin Verwendung, namentlich bei Krankheiten der Harnorgane.

Als Zierpflanze wird der Hanf nur selten kultiviert, obgleich die großen Formen des sogenannten Riesenhanfes, die früher als C. chinensis und C. gigantea für besondere Arten gehalten wurden, schöne Gruppenpflanzen sind.

Die zweite Gattung der Cannaboïdeae ist Humulus, der Hopfen, dessen in Deutschland heimische Art, der gemeine Hopfen, H. lupulus, eine weitverbreitete Kulturpflanze ist. Wild findet er sich in Hecken, Gebüschen und an Uferrändern in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone als bis 5 m hoch kletternde, rechtswindende Schlingpflanze mit gegenständig stehenden, handförmig drei- bis siebenlappigen Blättern, freien Nebenblättern und durch Klimmhaare rauhen Stengeln. Die männlichen und weiblichen Blütenstände befinden sich an denselben Individuen, und zwar beide in den Blattachseln; erstere (Abb. 156, 1) sind stark verzweigt und vielblütig, letztere (Abb. 156, 3) sind weit kürzer und bilden aus kleinen Trugdolden zusammengesetzte Kätzchen (Abb. 156, 4). Die Blüten sind unscheinbar, grüngelblich gefärbt, die männlichen Blüten (Abb. 156, 2) zeigen eine fünfteilige, die weiblichen (Abb. 156, 3) eine verwachsenblätterige, den Fruchtknoten fast einschließende Blütenhülle; erstere haben fünf Staubgefäße, letztere zwei verhältnismäßig lange Griffel. Der Fruchtstand (Abb. 156, 6) erinnert durch seine dachziegelig stehenden, schuppenartigen Vorblätter an einen Koniferenzapfen, z. B. der Lärche, jedoch sind die Blättchen dünnhäutig wie bei der Hopfenbuche (Ostrya). Die Schlauchfrüchte (Abb. 156, 7) sowohl wie die Vorblätter, diese besonders am Grunde der Innenseite, sind mit glänzend gelben, kugeligen, körnchenartigen Lupulindrüsen besetzt, die den Hopfenbitterstoff sowie das ätherische Hopfenöl, daneben noch etwas Gerbstoff, bitteres Harz, Gummi und Apfelsäure enthalten.

Die zweite Art der Gattung, der japanische Hopfen, H. japonicus, ein Bewohner Ostasiens mit tief gespaltenen, zierlichen Blättern, entbehrt dieser Lupulindrüsen und eignet

sich deshalb nicht zur Hopfenkultur, wohl aber wegen seines schnellen und zierlichen Wuchses sowie wegen der im Herbst noch schön dunkelgrün bleibenden Blätter als Zierpflanze für Gärten.

Kultiviert wird der Hopfen in Deutschland schon seit dem 8. Jahrhundert; den Griechen und den Römern war nur die wilde Pflanze bekannt. Als Bierwürze soll der Hopfen erst während der Kreuzzüge Bedeutung erlangt haben. Mit der Zunahme des Bierverbrauchs mußte natürlich auch der Anbau des Hopfens zunehmen. Während der wilde Hopfen nur wenig Lupulin enthält, hat die Kultur nicht nur weit größere, sondern auch weit lupulinreichere Fruchtkätzchen hervorgebracht, die bis zu 20 Prozent sogenanntes Hopfenmehl enthalten. Die Kultursorten werden nicht durch Samen, sondern durch Setzlinge oder Fechser, d. h. durch Wurzelschößlinge, vermehrt. Nur gewisse Gegenden eignen sich gut zum Hopfenbau: am berühmtesten ist in Deutschland die Gegend von Spalt in Bayern und von Neutomischel in Posen; Österreich hat einen berühmten Hopfendistrikt bei Saaz in Böhmen. Auch Elsaß-Lothringen sowie die Oberpfalz haben gute Hopfengegenden. Ebenso gibt es ausgedehnte Hopfenkulturen in anderen Ländern, besonders in England und Belgien, vor allem aber in Nordamerika. In der südlichen Hemisphäre produzieren besonders Chile und Australien guten Hopfen.



Abb. 156: Gemeiner Hopfen (Humulus lupulus).

1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 5) weibliche Blüte, vergrößert; 6) Fruchtstand; 7) Frucht.

Die Kultur ist nicht einfach, da man die Ranken an Hopfenstangen als Schlinggewächse hochziehen und jeden Trieb neu befestigen, auch gut düngen, viel jäten und reinigen muß. Für die begünstigten Gegenden bildet der Hopfenbau aber eine reiche Erwerbsquelle, und ein gutes Hopfenjahr bringt stets viel Geld ins Land. Geerntet werden die ganzen Fruchtkätzchen; sie werden alsdann in riesigen Säcken auf die großen Hopfenmärkte gesandt.

Der Hopfen verleiht den Bieren nicht nur durch seinen Bitterstoff, das Hopfenbitter, und durch das ätherische Öl einen gewürzig-bitteren Geschmack und angenehmen Geruch, sondern auch eine größere Haltbarkeit. Bittere Biere, wie z. B. die meisten englischen, sind im allgemeinen mit viel Hopfen bereitet; leider werden zuweilen andere Bitterstoffe, vor allem die schädliche Pikrinsäure, benutzt. Zu starker Hopfenzusatz ist zu vermeiden, da durch ihn die Biere eine narkotische Wirkung erhalten.

Die im Frühling aufsprießenden Wurzelschößlinge werden als Hopfenspargel gegessen, die Blätter dienen als Viehfutter, die Stengel aufgeweicht als Bindematerial; auch lassen sich grobe Stricke, Matten, Säcke und Gewebe aus den geweichten, getrockneten und gebrochenen Stengeln herstellen. Die Rückstände werden als Düngematerial oder als Streu für das Vieh benutzt.

Familie 3: **Urticaceae** oder **Nesselgewächse.**

Die Familie der Nesselgewächse enthält etwa 40 Gattungen und ist über die ganze Erde verbreitet. Charakterisiert ist sie vor allem durch die grundständigen, geradläufigen Samenanlagen und die ein Nährgewebe und einen geraden Embryo umfassenden Nuß- oder Steinfrüchte. Eigenartig ist auch die Knospenlage der vor den unscheinbaren Blumenblättern stehenden, meist in Vierzahl vorhandenen Staubgefäße: sie sind nämlich nach

innen eingekrümmt und schnellen bei der Entfaltung der Blüten elastisch zurück (Abb. 160, 2 u. 3), wobei ganze kleine Wölkchen von Blütenstaub entladen werden. Zum Auffangen des durch den Wind verbreiteten Blütenstaubes ist dann der Griffel häufig in viele Narben geteilt (Abb. 160, 4).

Im Gegensatz zu den der großen Mehrzahl nach baumförmigen Morazeen besteht diese Familie im wesentlichen aus krautigen oder doch nur strauchigen bzw. dünnstämmigen Pflanzen, die keine Milchsaftschläuche, dagegen zuweilen Schleimgänge haben. Wirkliche Bäume sind selten, Kletterpflanzen kommen nur ganz vereinzelt vor. Die stets einzelligen Haare sind bei den Gattungen der Unterfamilie Urereae oft zu Brennhaaren umgewandelt, deren verkieselte Enden leicht abbrechen, wodurch die giftigen Substanzen des Zellinhaltes frei und in die durch die Spitze verursachte Wunde entleert werden. Die oberflächlich in den Blättern eingebetteten Zystolithen sind häufig schon äußerlich als kleine, erhabene Linien oder Punkte erkennbar, doch sind bei den Urtikazeen sehr rauhe oder dicke Blätter im Gegensatz zu den Morazeen eine Seltenheit, desgleichen fehlen die Ringnarben der abgefallenen Nebenblätter.

Die große Mehrzahl der Gattungen ist auf die Tropen beschränkt, wo die Arten der Unterfamilie der Procrideae einen wesentlichen Teil der krautigen Bodenbedeckung der Wälder ausmachen, während die Unterfamilie der Boehmerieae in sehr starkem Maße an der Zusammensetzung des sekundären Gebüsches beteiligt ist. Das hohe Alter der Familie wird einerseits durch das Vorkommen einer Reihe ausgestorbener Gattungen in der Kreide bekundet, anderseits durch ihre jetzige geographische Verbreitung, welche die ganze Erde umspannt und auch in früh abgesonderten Gegenden, wie Madagaskar, Neuseeland, Tasmania und Hawai, eigentümliche Vertreter aufweist.

Daß die Urtikazeen eine im allgemeinen im Absteigen begriffene Familie sind, wird dadurch bewiesen, daß nicht weniger als 16 ihrer Gattungen nur eine bis drei Arten enthalten, die großenteils alte Gattungen konservierende Gegenden wie Japan, Kalifornien, Kanaren, Hawai, Madagaskar, Bourbon, Abessinien, Ceylon, Molukken, Java und Ostindien bewohnen oder, wie die ausschließlich in schattigen, feuchten Felsspalten Korsikas und Sardiniens lebende Gattung Helxine zeigt, sich an besonderen Örtlichkeiten klimatisch veränderter Gegenden gehalten haben. Trotzdem ist ein Aussterben der Familie nicht im geringsten zu befürchten, da die eben erwähnten Anpassungen vieler Gattungen an Waldschatten und an den Konkurrenzkampf der Lichtungspflanzen dem ebenso entgegenwirken wie die Anpassungen mancher Arten der Gattungen Urtica, Fleurya, Parietaria an die Lebensweise des Menschen.

Der Nutzen der Familie besteht im wesentlichen in der Haltbarkeit der Bastfasern, aber trotz der Güte dieser Fasern und trotz ihrer vielfachen Verwendung in früheren Zeiten sowie in beschränktem Maße noch in der Gegenwart hat es bisher nur die Ramiepflanze, Boehmeria nivea, zu weltwirtschaftlicher Bedeutung gebracht.

Von den fünf Unterfamilien sind die **Urereae** oder **Brennesselgewächse**, wie schon hervorgehoben, durch das Vorhandensein von Brennhaaren gekennzeichnet. Am bekanntesten ist die Gattung Urtica oder Brennessel, da sie eine der wenigen ist, die in den gemäßigten Zonen weitverbreitet ist.

Von ihren 30 Arten bewohnen drei auch Deutschland, vor allem die bis über 1 m hohe große Brennessel, U. dioica (Abb. 157, A; Abb. 158), die durch ihre zugespitzten, länglich herzförmigen Blätter und zweihäusigen Blüten charakterisiert ist, sowie die etwa $^{1}/_{2}$ m hohe kleine Brennessel, U. urens (Abb. 157, B), die eiförmige, weniger deutlich spitze und tiefer eingeschnitten gesägte Blätter und einhäusige Blüten hat. Beide Arten sind echte Ruderalpflanzen, erstere liebt aber unbebaute Orte, Zäune, Waldränder, letztere folgt mehr dem Menschen und zieht bebaute Orte sowie Schutt vor; sie ist eins der gemeinsten

Unkräuter der Gartenbeete und Topfpflanzen. Die dritte Art, die gleichfalls nur $^1/_2$ m hohe **Kugelnessel** oder **pillentragende Brennessel**, U. pilulifera (Abb. 157, C), ist vor allem im Mittelmeergebiet und Südasien zu Hause und findet sich in Deutschland besonders an alten Mauern; in Deutschland ist sie nur an wenigen Orten wirklich eingebürgert, mehr dagegen schon in England. Die weiblichen und männlichen Blütenstände treten zwar an denselben Zweigen auf, die weiblichen bilden aber eigentümliche, pillenförmige, kugelige Köpfchen; die Blätter ähneln denen der kleinen Brennessel, sind aber noch tiefer eingeschnitten.



Abb. 157: Brennessel (Urtica).

A) Urtica dioica: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weibliche Blüte, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert.
B) U. urens: 1) Blühender Zweig; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weibliche Blüte, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert.
C) U. pilulifera: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen und Fruchtstand; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Staubgefäß, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Die **sibirische Hanfnessel**, U. cannabina, ist durch ihre Größe — sie erreicht bis 2 m Höhe — und durch ihr fiederteiliges Laub gekennzeichnet.

Diese Art sowie die große Nessel lieferten früher in ihren Fasern das Material zu dem feinen, aber teuren Nesseltuch. Den Alten war die Verwendung der Nesselfaser als Gespinstmaterial nicht bekannt, aber schon Albertus Magnus erwähnt im 13. Jahrhundert die Nessel als Gespinstpflanze. Auch heute sollen noch einige Völkerschaften Sibiriens und Rußlands sich der Nesselfaser zur Herstellung von Garn und Zeug bedienen, und in Österreich versucht man neuerdings wieder, die Nessel als Faserpflanze zu kultivieren.

Die jungen Spitzen der großen Brennessel werden als Gemüse (Nesselkohl) gegessen, besonders in Rußland, Ungarn und Rumänien, sogar noch im östlichen Deutschland; schon den Griechen und Römern war übrigens die Benutzung des Nesselspinates bekannt. Auch das Vieh frißt die jungen Pflanzen gern, und sogar die älteren Triebe können als Viehfutter dienen, nachdem man ihnen durch Trocknen oder Abkochen die brennende Wirkung genommen hat.

Auch Heilwirkungen schreibt man der Nessel seit alten Zeiten zu. Nesseltee gilt als blutreinigendes Mittel, die Samen dienen als lösendes Mittel, die der Kugelnessel auch als Mittel gegen Kurzatmigkeit sowie als Breiumschlag zur Beförderung der Milchsekretion. Ferner peitschte man gelähmte Glieder mit Nesselzweigen, um dadurch Nesselfriesel als kräftiges Reizmittel hervorzurufen.

Die bekannte Erfahrung, daß die Nesseln, wenn man fest zugreift, nicht brennen, beruht darauf, daß man hierbei die Spitzen der Brennhaare umbiegt und diese daher nicht in die Haut eindringen können. Der Hautausschlag infolge Berührung von Nesseln ist übrigens bei verschiedenen Menschen je nach Disposition und Anlage verschieden, aber auch die verschiedenen Arten der Gattung haben eine sehr verschiedene Wirkung: in Südasien gibt es Nesseln, die ein neuntägiges Brennfieber erregen, und Namen wie U. urentissima, die Teufelsnessel von Timor, sowie U. ferox, die grimmige Nessel von Neuseeland, verraten deutlich die wenig liebenswürdigen Eigenschaften ihrer Träger. Die weite Verbreitung der Gattung geht schon aus den Namen der verschiedenen Arten hervor; so bewohnt U. andicola die Anden, und zwar bis 4500 m Höhe, U. hyperborea den Himalaja bis zur gleichen Höhe, U. australis dringt südlich bis zu den Aucklandsinseln vor, U. magellanica bis zur Magelhaensstraße.



Abb. 158: Große Brennessel (Urtica dioica), am Waldesrand. Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

Zur gleichen Unterfamilie gehört auch die stark nesselnde Gattung Girardinia, die im Gegensatz zu Urtica auf die Tropen der Alten Welt beschränkt ist. Die hohen Kräuter bilden dort häufig ein lästiges Unterholz der Wälder, da man sie im dunklen Waldesschatten oft erst bemerkt, nachdem sie mit Händen und Gesicht in unliebsame Berührung gekommen sind. Die Faser von G. palmata wird in Sikkim zu Garn und Geweben verarbeitet.

Strauchig bis baumförmig, zuweilen auch kletternd ist die im tropischen Amerika, Afrika und in der Südsee verbreitete Gattung Urera, von der die auf Hawai beschränkte Art U. sandwicensis wegen ihrer wertvollen Fasern von den Eingeborenen geschätzt wird.

Eine noch weitere Verbreitung hat die aus 25 Arten bestehende, nicht nur auf die Tropen beschränkte Gattung Laportea; die kanadische Hanfnessel, L. canadensis (Abb. 159, A), enthält ausgezeichnete Rindenfasern, die vor Einführung der Baumwollgewebe viel zu Gespinsten benutzt wurden. Zu dieser Gattung gehören auch baumförmige Vertreter, so z. B. bewohnt ein solcher Nesselbaum Südformosa. Der Riesennesselbaum Ostaustraliens, L. gigas, erreicht sogar eine Höhe von 30 m. Manche Arten der Gattung

erregen tagelang andauernden Schmerz, z. B. L. crenulata in Ostindien, andere wiederum sind als Heilmittel bekannt, z. B. gegen örtliche Lähmungen; L. decumana wird deshalb im Malaiischen Archipel sogar in den Gärten angepflanzt.

Die Gattung Fleurya spielt in den Tropen etwa die gleiche Rolle wie in gemäßigten Breiten Urtica. Die meisten der wenig zahlreichen Arten besitzen Brennhaare. F. ruderalis und interrupta sind in Südasien und Polynesien, F. cordata in Amerika weit verbreitet; die erstere Art hat kahle, die anderen beiden haben stachelige Stengel.



Abb. 159: Kanadische Hanfnessel (Laportea canadensis) und Ramie (Boehmeria nivea).

A) Laportea canadensis: 1) Zweig mit männlichen (unten) und weiblichen (oben) Blütenständen; 2) männliche Blüte mit eingekrümmten Staubgefäßen, vergrößert; 3) dieselbe mit auseinanderspreizenden Staubgefäßen, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert. B) Boehmeria nivea: 1) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 2) weibl. Blütenstand, vergr.; 3) weibl. Blüte, vergr.; 4) Teil des männlichen Blütenstandes; 5) männl. Blüten, vergr.

Die Unterfamilie der **Procrideae** oder **Procrisgewächse** hat in Pilea und Elatostemma krautige Gattungen; die erstere ist mit 160 Arten fast in den gesamten Tropen häufig, sie hat rispig angeordnete Blütenknäuel; die letztere ist, wie auch die übrigen Gattungen der Unterfamilie, auf die Alte Welt beschränkt, ihre 60 Arten haben scheibenförmige, gestielte oder sitzende Blütenrezeptakeln. Es sind meist echte Schattenpflanzen, deren Blätter zu einem sogenannten Blattmosaik geordnet sind, wobei die einzelnen Blattpaare aus ungleich großen und selbst häufig wieder ungleichseitigen Blättern bestehen. Manche Arten steigen hoch in die Gebirge hinauf, andere dringen nördlich, z. B. in Japan und in Nordamerika, in die gemäßigte Zone ein. Einige Arten haben, wie auch sonst manche Schattengewächse, unterseits rötliche Blätter, z. B. Pellionia pulchra, die daher ebenso wie die durch bronzefarben-olivengrüne Blätter gekennzeichnete Pellionia Daveauana als Gewächshauspflanze Eingang gefunden hat.

Die Unterfamilie der **Boehmerieae** oder **Ramiegewächse** ist im allgemeinen auf die Tropen beschränkt. Sie bewohnt vorzugsweise Südasien und Polynesien, dringt aber in China und Japan sowie in Nordamerika in die nördliche gemäßigte Zone ein. Viele Arten dieser Gruppe haben sehr zähe und lange Bastfasern in ihrer Rinde, die manchenorts als Bindematerial sowie auch zur Verfertigung von Netzen und Gespinsten benutzt werden.

Das gilt z. B. für Arten der namentlich in der Südsee bis Neukaledonien und Hawai verbreiteten Gattung Pipturus, ferner für Touchardia latifolia in Hawai, deren sehr haltbare und zähe Faser besonders zur Verfertigung von Fischnetzen dient, sowie für Pouzolzia viminea in Java und Indien und andere Arten der gleichen Gattung; vor allem aber werden die Rindenfasern aller Arten der südasiatisch-polynesischen Gattung Maoutia ausgenutzt, so in Java und namentlich im Himalaja, wo M. puya, ein 2—3 m hoher, der unteren Waldregion angehörender Strauch, sowohl für die Seilerei, für Fischnetze und Netzsäcke, als auch für gewebte Stoffe das Fasermaterial liefert.



Abb. 160: Gebräuchliches Glaskraut (Parietaria officinalis).
1) Zweig mit zwitterigen Blüten; 2) und 3) zwitterige Blüte, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Frucht, vergrößert; 6) Same, vergrößert.

Weit wichtiger ist aber die große, über die ganzen Tropen verbreitete Gattung Boehmeria, da zu ihr die einzige wirkliche Kulturpflanze der Urtikazeen gehört, die Ramie, auch Rhea genannt, B. nivea (Abb. 159, B), deren Blätter unterseits einen schneeweißen Haarfilz tragen, bei der Varietät tenacissima freilich nur schwach angedeutet, so daß die Blätter hier auch unterseits grün sind. Dieses in Ostasien gemeine Unkraut wurde in China schon seit langer Zeit angebaut, und in vielen Distrikten Chinas bildet das chinesische Nesseltuch noch heute das Hauptmaterial zur Anfertigung von Kleiderstoffen. Bei der Aufbereitung werden die Stengel ähnlich wie beim Leinen einer Röste unterworfen, sodann werden die Rindenfasern von dem Holz und in primitiver Weise mit Messern auch von der Epidermis befreit. Neuerdings wird die unvollständig gereinigte, noch bandförmige Rinde in zunehmenden Mengen als Chinagras nach Europa exportiert, wo in eigenen Ramiespinnereien und -webereien besonders fein glänzende Stoffe aus dieser Faser hergestellt werden. Zahlreiche Versuche in verschiedenen Gegenden der Tropen, die Ramiefaser, die dort gut gedeiht, plantagenmäßig für den Export zu kultivieren, sind bisher stets gescheitert, entweder wegen des Fehlens geeigneter Aufbereitungsmaschinen oder wegen des zu geringen Ertrages: sicherlich wird es nicht leicht sein, in bezug auf den Preis mit dem in China von Kleinbauern, wenn auch in primitiver Weise, hergestellten Chinagras zu konkurrieren.

B. rugulosa in Indien ist baumförmig und hat ein leicht schneid- und schnitzbares, zur Anfertigung von Schalen, Tassen, Tellern und anderen häuslichen Gegenständen in Indien viel benutztes Holz.

Die Unterfamilie der **Parietarieae** oder **Glaskrautgewächse** ist von geringer Bedeutung und enthält nur wenige kleine Gattungen, darunter die schon oben erwähnte Gattung Helxine. Von Interesse ist nur die Gattung Parietaria oder Glaskraut, von deren sieben Arten zwei auch in Deutschland vorkommen, nämlich das gebräuchliche Glaskraut, P. officinalis (Abb. 160), mit aufrechten, einfachen, und das ausgebreitete Glaskraut, P. ramiflora, mit ausgebreiteten, ästigen Stengeln.

Beide wachsen auf Mauern, erstere auch an Zäunen und auf Schutt, aber es sind mehr Pflanzen des Mittelmeergebietes, die in Deutschland nicht recht heimisch werden; die anderen Arten sind noch mehr auf Südeuropa und Vorderasien beschränkt geblieben, P. debilis hat sich über Nord- und Südamerika, Sibirien, Ostindien und Australien verbreitet.

Die strauchförmige Gattung Gesnouinia steht der Gattung Parietaria äußerst nahe. Ihre einzige Art, G. arborea, wächst nur auf den Kanarischen Inseln.

Die Unterfamilie der **Forskaoleae** oder **Forskaolsgewächse**, die durch einmännige männliche Blüten und röhrige weibliche Blütenhüllen gekennzeichnet ist, besteht aus wenigen Gattungen, deren Arten, Kräuter und Halbsträucher, teils Australien und Neuseeland, teils Afrika oder Asien bewohnen; am bekanntesten ist Forskaolea tenacissima, ein vom südöstlichen Spanien über Nordafrika und Arabien bis zum indischen Punjab verbreiteter Strauch sandiger Plätze mit stachelborstigen Zweigen und kleinen, graufilzigen Blättern. Daß es sich um Reliktformen handelt, zeigt das Vorkommen von männlichen Blüten im Bernstein des Samlandes, die mit denen der Hauptgattung Forskaolea große Ähnlichkeit haben.

Reihe 13:

Proteales oder Proteusartige Gewächse.

Die Reihe der Protealen unterscheidet sich von den vorher besprochenen Reihen der Archichlamydeen durch die deutlich blumenblattartige Ausbildung der Blütenhülle. Sie enthält nur eine Familie, die der **Proteaceae** oder **Proteusgewächse**, die ihren Namen der außerordentlichen Vielgestaltigkeit namentlich ihrer Blätter, aber auch ihrer Blüten und Früchte verdanken.

Was die botanischen Merkmale dieser Familie betrifft, so ist allen Gattungen gemeinsam eine unterständige, aus vier in der Knospe klappig verbundenen Zipfeln bestehende Blütenhülle. Die Zipfel sind oft in ihrem unteren Teil zu einer zylindrischen oder an der Basis bauchig angeschwollenen Röhre vereinigt und trennen sich häufig auch beim Aufblühen nur zum Teil voneinander. Die vier vor den Zipfeln der Blütenhülle stehenden Staubgefäße sind gewöhnlich mehr oder weniger mit ihnen verwachsen; die Antheren sind meist frei und aufrecht, zuweilen aber auch miteinander verwachsen (Abb. 161, B 3). Der Fruchtknoten ist frei, einfächerig, mit einer, wenigen oder vielen und dann in zwei Reihen stehenden Samenanlagen. Der in der Regel lange Griffel endet in einer kleinen Narbe und ist oft am Ende oder an der Seite verdickt (Abb. 161, A 4, D 4). Die Frucht ist entweder eine Balgfrucht oder eine aufspringende Kapsel (Abb. 161, E) oder aber eine nicht aufspringende Nuß oder Steinfrucht (Abb. 161, A 3, B 4, C 1 und 2), und zwar hat man auf diesen Unterschied die beiden Hauptabteilungen gegründet. Die kein Nährgewebe enthaltenden Samen sind häufig geflügelt, selten mit federigen Grannen versehen.

Die Proteazeen (Taf. 30) sind meist Sträucher mit mehr oder weniger gutem Verdunstungsschutz durch Hartblätter und Haarbekleidung. Die Blätter sind selten gefiedert (Abb. 161, B 1); oft ist die Blattspreite in schmale Teile zerschlitzt und dadurch scheinbar gefiedert (Abb. 161, D 1); gewöhnlich sind die Blätter aber ungeteilt, lineal oder lanzettlich,

mehr oder weniger gesägt oder gezähnt, ohne Nebenblätter und in spiraliger Stellung (Taf. 30). Die Blüten stehen meist in traubigen Blütenständen (Abb. 161, A 1, B 1, D 1), manchmal aber auch einzeln oder zu zweien in den Blattachseln, seltener in Dolden und Ähren (Taf. 30, B), oft aber zu kopfförmigen Blütenständen gehäuft, deren Hochblätter dann häufig eine öfters schön gefärbte Hülle bilden (Taf. 30, E, G, H).

Die meisten Proteazeen sind auf Bestäubung durch Insekten angewiesen, und zwar wird die Selbstbestäubung gewöhnlich dadurch vermieden, daß sich die Antheren zu einer Zeit öffnen, wo die Narbe noch nicht entwickelt ist. Bei einigen großblütigen Protea-Arten Afrikas wird die Befruchtung durch Vögel vermittelt; zu diesem Zweck stehen die Staubgefäße wie die Haare einer Bürste hervor.

Die Proteazeen sind eine der wenigen Pflanzenfamilien, die fast ganz auf die der Antarktis nächsten Gegenden der drei südlichen Kontinente beschränkt sind, ohne daß wir bisher hierfür eine hinreichende Erklärung zu geben vermöchten. Daß die Proteazeen, geologisch betrachtet, eine sehr alte Pflanzenfamilie darstellen, ist nach ihrem einfachen Blütenbau anzunehmen, ob sie aber von der Antarktis aus sich nach den Südspitzen von Amerika, Afrika und Australien verbreitet haben, oder ob sie eine früher weit verbreitete Familie sind, die sich nur hier gegen den Ansturm besser ausgerüsteter Pflanzenfamilien hat halten können, läßt sich bisher noch nicht entscheiden. Gegen die letztere Auffassung, die im Tierreich ja bei den Beuteltieren ein Analogon finden würde, spricht manches, und die Beweise, die zu Anfang der 1860er Jahre v. Ettingshausen auf paläontologischem Gebiet in seiner „Entdeckung des neuholländischen Charakters der Eozänflora Europas" sowie Unger in seinem Aufsatz „Neuholland in Europa" zusammenzustellen suchten, vermochten bisher nicht den Beifall der Kritiker zu finden, obgleich sie auch nicht positiv widerlegt werden konnten. Es bleibt der paläontologischen Durchforschung der Tertiärschichten, speziell auch der Antarktis, vorbehalten, diese interessante Streitfrage zu klären.

Man kennt jetzt gegen 1100 Arten dieser Familie, von denen 720 den Kontinent Australien bewohnen, und zwar der größere Teil derselben Westaustralien. 262 Arten der Familie bewohnen das südwestliche Kapland, 36 Südamerika, 25 den Südostrand Asiens, d. h. das indisch-malaiische Waldgebiet, und gegen 40 die Australien vorgelagerte papuanisch-melanesisch-neuseeländische Inselkette, darunter allein 27 in Neukaledonien.

Die 53 Gattungen sind fast alle auf nur je einen Kontinent beschränkt, und zwar 5 auf Südamerika, 11 auf Afrika, 34 auf Australien; Ausnahmen machen die Gattung Embothrium, die, im übrigen die Anden bewohnend, in einer Art auch in den Gebirgen des tropischen Ostaustraliens vorkommt, sowie die amerikanische Gattung Roupala, die außer in Amerika auch in Neukaledonien und Queensland auftritt. Tasmanien hat drei, Neukaledonien zwei Gattungen für sich allein; die Gattung Knightia kommt sowohl auf Neukaledonien als auch auf Neuseeland vor, und zwar hier in Gestalt eines prachtvollen, an eine italienische Pappel erinnernden, bis 30 m hohen, von den Eingeborenen Rewa-Rewa genannten Baumes, K. excelsa, dessen rötliches Holz zu feineren Furnierarbeiten sehr begehrt ist.

Während auf Neuguinea, namentlich in dem südlichen, also Australien gegenüberliegenden Gebiete, noch mehrere der australischen Gattungen heimisch sind und sich in Kaiser-Wilhelms-Land sogar noch die endemische Gattung Finschia findet, gibt es in den Molukken und auf Celebes nur noch zwei und auf den Großen Sundainseln sogar nur noch eine Gattung, nämlich Helicia, die in Gestalt schöner Waldbäume mit 25 Arten nicht

nur Java, Hinterindien und den Osthimalaja bewohnt, sondern in einer Art sogar bis in die Wälder Südjapans reicht.

Auch in Madagaskar lebt eine monotype endemische Gattung sowie eine Art der über große Teile Südafrikas bis in die Tropen verbreiteten Gattung Faurea. Von den übrigen zehn Gattungen Afrikas sind neun auf das südwestliche Kapland beschränkt, während sich die Heimat der schönen, 80 Arten umfassenden Gattung Protea durch die Hochländer des zentralen Afrikas bis nach Abessinien hin erstreckt.

Über die amerikanischen Proteazeen ist wenig zu sagen: zwei Gattungen bewohnen die Anden, und zwar reicht Embothrium mit einer Art sogar bis zur Magelhaensstraße, die anderen drei Gattungen finden sich im Waldgebiet des östlichen tropischen Südamerikas, besonders in Brasilien und Guayana, vor allem die 36 Arten enthaltende Gattung Roupala, die sogar über Kolumbien hinaus bis nach Guatemala geht.

Auffallend ist, daß die Familie im eigentlichen Polynesien nirgends hat Fuß fassen können, ein Zeichen, daß sie größere Meeresarme nicht zu überschreiten vermag. Es ist daher die Annahme zulässig, daß sie in ihrer Verbreitung auf den Landweg angewiesen war und daher auch auf die Inseln, die sie jetzt bewohnt, wie Neukaledonien, Neuseeland, Neuguinea, Celebes, Java, Japan, Madagaskar, zu einer Zeit eingewandert ist, als diese noch mit den nächstliegenden Kontinenten zusammenhingen, was bezüglich Neukaledoniens und Madagaskars auf eine sehr frühe Zeit hindeutet.

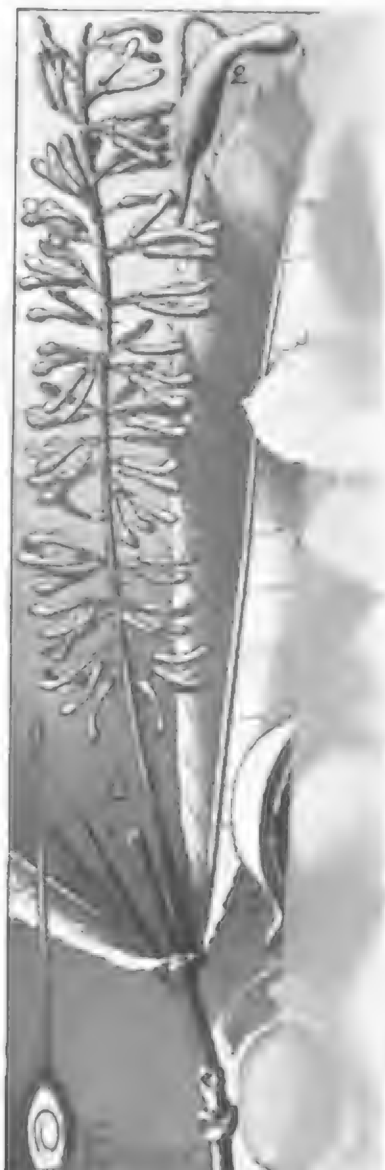
Auch daß einzelne Gattungen nur in Amerika und Australien ihre Vertreter haben, deutet auf längst vergangene Zeiten, als diese Gattungen noch zu Lande, sei es über die Antarktis, sei es durch äquatoriale Gegenden, von Australien nach Amerika gelangen konnten. Es ist freilich wahrscheinlich, daß sie im allgemeinen den Weg über die Antarktis genommen haben: denn die Proteazeen sind keine tropischen Urwaldpflanzen, und es ist wohl anzunehmen, daß sie auch in früheren Zeiten meist kleinere, mehr an trockenere subtropische Gegenden angepaßte Gewächse darstellten; nur wenige Gattungen, wie Helicia in Asien und Roupala in Amerika, haben sich zu wirklichen Hochwaldbäumen umgeformt, können aber dennoch in ihrem Habitus ihre Verwandtschaft mit subtropischen Hartlaubgewächsen nicht ganz verleugnen.

Aber auch die vielen Proteazeen, die trockenere Gegenden bewohnen, scheinen keine starke Befähigung für Eroberungszüge zu besitzen, denn nur an einzelnen besonders geschützten Stellen der Gebirge, wie in den Anden Chiles und Patagoniens, in den Gebirgen Abessiniens und an versteckten Orten in Celebes, vermochten sie weit nach Norden vorzudringen. Das Gros beschränkte sich auf die unzugänglichsten Südränder der südlichen Kontinente, und auch da halten sich die Proteazeen vorzugsweise nur in solchen Gebieten, die aus klimatischen Gründen, als Regionen der Winterregen, der Akklimatisierung neuer Ankömmlinge erfahrungsgemäß ganz besondere Schwierigkeiten bereiten.

Der Nutzen für den Menschen ist gering. Das Holz vieler Arten ist recht gut, doch erreichen nur wenige Proteazeen größere Stammdimensionen, und diese stehen dann meist in tropischen Waldungen zerstreut, wo man ihres Holzes nicht bedarf; nur im Kapland werden die Proteazeenstämme beim Wagenbau und zu anderen Zwecken gern gebraucht. Da die Proteazeen meist sehr blütenreich sind und oft sehr graziöse Blattformen haben, so hat man viele als Kalthauspflanzen in Kultur genommen. Ferner sind sie infolge des Honigreichtums der Blüten meist auch der Bienenzucht sehr dienlich.

Am bekanntesten ist der schöne Silberbaum vom Kap, Leucadendron argenteum (Taf. 30, A), den seine dichte, seidig glänzende, silbergraue Behaarung der Zweige und Blattunterseiten zum Charakterbaum der

näheren Umgebung vo
Drakensteenbergen vork
und zu Schmuckarbeiten
Gleichfalls prächtige
eigentümliche Blütenstä



A) Macadamia ternifolia:
Zweig mit Blütenstand;
Blüte, vergrößert; 3) Fru
nach Entfernung der hal
Schale; 4) Fruchtknoten,
Längsschnitt, nebst Griffel



die eigenartige Bank
gezähntblätterige B.
Durch ganz schma
(Taf. 30, E) gekennz
genommen worden
die schönste Proteaz
Berühmt ist die
hoher, jetzt fast nu



Proteusgewächse (Proteaceae).

näheren Umgebung von Kapstadt stempelt, wo er auf dem Ostabhange des Tafelberges und an den Drakensteenbergen vorkommt. Die Blätter werden oft als Andenken mitgenommen, ja sogar bedruckt und zu Schmuckarbeiten verwendet. Auch die übrigen etwa 70 Arten der Gattung bewohnen das Kapland.

Gleichfalls prächtige Pflanzen sind die 65 Banksia-Arten, echt australische Charakterpflanzen, deren eigentümliche Blütenstände bei manchen Arten an Flaschenbürsten erinnern, und von denen namentlich

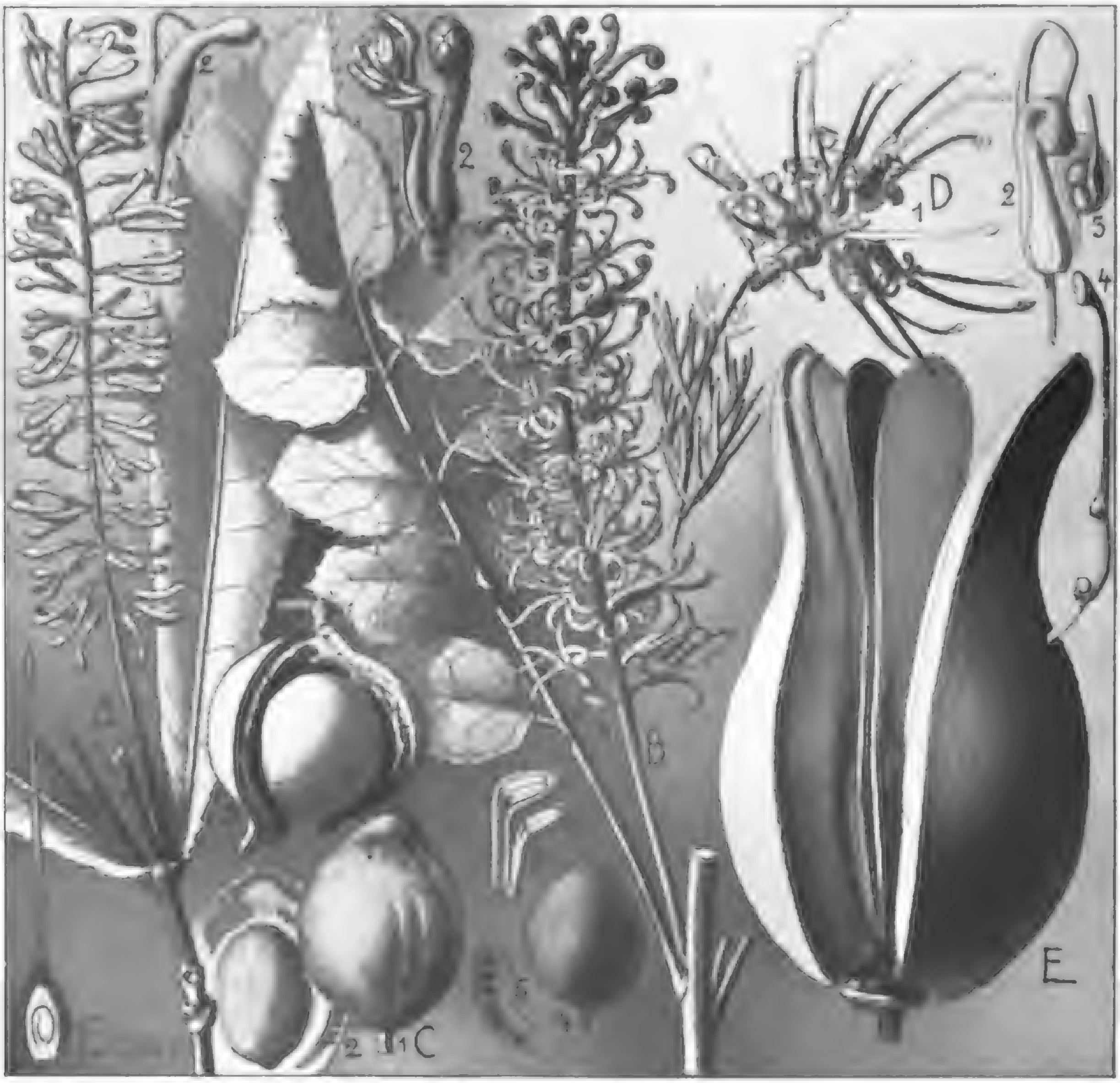


Abb. 161: Proteusgewächse (Proteaceae).

A) Macadamia ternifolia: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht nach Entfernung der halben Schale; 4) Fruchtknoten, im Längsschnitt, nebst Griffel. B) Guevina avellana: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) Blüte, vergrößert; 3) Staubgefäße mit den Zipfeln der Blütenhülle verwachsen, vergrößert; 4) junge Frucht; 5) Stück der Fruchtschale im Querschnitt, etwas vergrößert. C) Brabeium stellatifolium: 1) Frucht; 2) dieselbe im Längsschnitt. D) Grevillea Preissii: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) Blüte, vergrößert; 3) Ende derselben, im Längsschnitt; 4) Fruchtknoten und Griffel, vergrößert. E) Xylomelum occidentale: Frucht.

die eigenartige Banksia integrifolia (Taf. 30, B) mit ganzrandigen, unterseits grauen Blättern, sowie die tief gezähntblätterige B. serrata im Winter von der Riviera massenhaft als Schnittblumen eingeführt werden.

Durch ganz schmale, tiefgesägte Blätter und gedrungene Blütenstände ist die zierliche Dryandra formosa (Taf. 30, E) gekennzeichnet, die mit mehreren ihrer australischen Gattungsverwandten gleichfalls in Kultur genommen worden ist. Stenocarpus sinuatus hat bald einfache, bald fiederteilige Blätter und wird als die schönste Proteazee für subtropische Gebiete als Zierbaum empfohlen.

Berühmt ist die schöne Waratah, Telopea speciosissima (Taf. 30, G), ein sechs bis acht Fuß hoher, jetzt fast nur noch auf die australischen Blue Mountains beschränkter Strauch, der wegen seiner


A) Leucadendron argenteum.
B) Banksia integrifolia.
C) Hakea suaveolens.
D) Hakea sulcata.
E) Dryandra formosa.
F) Grevillea rosmarinifolia.
G) Telopea speciosissima.
H) Protea speciosa.


G) Telopea speciosissima.



Proteusgewächse (Proteaceae).

prächtigen, hochroten Schaublätter von dem australischen Staate Neusüdwales als Wappenpflanze gewählt wurde. Gleichfalls hochrote Blütenstände hat der brennende Busch, Embothrium coccineum, ein bis 10 m hoher, gutes Möbelholz liefernder Baum, der von der Magelhaensstraße bis zum südlichen Chile verbreitet ist und eine der auffallendsten Pflanzenformen dieser Gegenden darstellt.

Die australische, aus 100 Arten bestehende Gattung Hakea (Taf. 30, C und D) hat eigentümlich geformte, holzige Kapselfrüchte mit je zwei am Ende langgeflügelten Samen; ihre Arten, die in beträchtlicher Anzahl in unseren Gewächshäusern kultiviert werden, sind großenteils Sträucher der trockeneren Gebiete Westaustraliens mit stark reduzierten Blattspreiten.

Ähnliche, aber viel größere, etwas birnförmige, außerordentlich harte Früchte trägt die gleichfalls australische Gattung Xylomelum, die in ihrer Heimat von den Kolonisten holzige Birne (wooden pear) genannt wird (Abb. 161, E).

Sehr mannigfaltig in bezug auf Blattform und Blütenstände ist die 160 Arten umfassende australische Gattung Grevillea (Abb. 161, D, und Taf. 30, F), deren eine Art, die australische Seideneiche (silky oak), G. robusta, ein 25—50 m hoher Baum mit fiederteiligen Blättern, neuerdings eine große Bedeutung erlangt hat: als Schattenbaum in hochgelegenen Kaffee- und Teeplantagen, zur Aufforstung trockener, subtropischer Ländereien, zur Förderung der Bienenzucht sowie als Zierbaum in frostfreien Gegenden. Das schöngezeichnete Holz eignet sich für Möbeltischlerei und gelangt zuweilen auch zum Export. Eine Reihe von Arten dieser Gattung halten sich in Deutschland gut in den Gewächshäusern.

Die Samen mancher Proteazeenarten dienen als Nahrung, besonders die Nüsse des südafrikanischen Mandelbaumes, Brabeium stellatifolium, eines in den Bergwäldern des Kaplandes heimischen Baumes. Die Samen der kleinen Mandeln ähnlichen Früchte (Abb. 161, C) werden roh oder geröstet gegessen sowie als Kaffeesurrogat verwendet. Wohlschmeckend sind auch die kugelrunden Nüsse der überdies wegen ihres Holzes geschätzten australischen Haselnuß, Macadamia ternifolia, in Queensland und Neusüdwales; sie erinnern tatsächlich an Haselnüsse (Abb. 161, A). Die Samen der sogenannten chilenischen Haselnuß, Guevina avellana (Abb. 161, B), eines schönen Baumes mit fiederig geschlitzten Blättern, schneeweißen Blütentrauben und korallenroten, fast runden Früchten, sind ebenfalls eßbar; man findet die sehr wohlschmeckenden Nüsse sogar zuweilen in den Delikateßhandlungen Europas.

Als Holzlieferanten kommen noch manche andere Proteazeen in Betracht, z. B. aus der Gattung Protea (Taf. 30, H) die Art P. grandiflora in Südafrika, der sogenannte Wagenbaum, der zwar nur sechs Fuß hoch wird, aber ein äußerst hartes, zur Herstellung der Räder sehr brauchbares Holz liefert.

Reihe 14:
Santales oder Sandelartige Gewächse.

Die Reihe der Santales umfaßt sechs Familien, von denen eine, die der Balanophoraceae, ganz parasitisch auf Wurzeln schmarotzt, drei, die der Loranthaceae, der Myzodendraceae und der Santalaceae, halb parasitisch leben, die ersteren beiden auf den Ästen, die letzten größtenteils auf Wurzeln anderer Pflanzen, während bei den Olacaceae und Grubbiaceae eine parasitische Lebensweise nicht festgestellt werden konnte. Diese Reihe ist durch unterständige Fruchtknoten gekennzeichnet, ferner durch eine nicht in Kelch und Blumenkrone gegliederte Blütenhülle sowie durch je eine zu jedem Fruchtblatt gehörende, hängende Samenanlage. Diese ist häufig von der Plazenta eingehüllt und, wenn sie aus der Plazenta heraustritt, entweder nackt oder doch nur von einem Integument umhüllt.

Familie 1: **Myzodendraceae** oder **Federmistelgewächse.**

Die Familie der Myzodendraceae enthält nur die Gattung Myzodendron oder Federmistel, deren neun Arten als kleine Halbparasiten meist auf den Buchen Südchiles bis zur Magelhaensstraße leben, auf deren Zweigen sie napfförmige Auswüchse hervorrufen. Vielleicht sind es Reste einer früher weit verbreiteten Familie. Äußerlich ähneln sie den Mistelgewächsen, aber charakteristisch ist der dreilappige Griffel (Abb. 162, A 5), die andere

Anordnung der Samenanlagen sowie schon äußerlich die drei langen Federborsten der Früchte (Abb. 162, A 3 und 4), die, von der Basis der Früchte ausgehend, diese um ein Vielfaches überragen. Bei der Keimung der Früchte bildet sich, wie bei den Misteln, sofort eine Saugscheibe (Abb. 162, A 6). Die Blätter stehen wechselständig und sind lederig, ungezähnt und



Abb. 162: Federmistelgewächse (Myzodendraceae) und Sandelgewächse (Santalaceae).

A) Myzodendron oblongifolium: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüten, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blütenständen; 4) weibliche Blüte, vergr.; 5) weibliche Blüte, im Längsschnitt; 6) keimender Same. B) M. punctulatum: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männlicher Blütenstand, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) Fruchtstand, vergrößert. C) Exocarpus latifolius: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Teil des Blütenstandes, vergr. D) E. sparteus: 1) Zweig mit Blüten- u. Fruchtständen; 2) Teil des männl. Blütenstandes, vergr.; 3) weibl. Blüte, im Längsschnitt, vergr.; 4) Frucht, im Längsschnitt, vergrößert. E) Osyris alba: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weibliche Blüte, im Längsschnitt, vergrößert; 4) Frucht; 5) Frucht, angeschnitten, etwas vergrößert. F) Thesium montanum: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, im Längsschnitt, vergrößert; 3) Frucht, von der Blütenhülle umgeben, vergrößert; 4) Frucht, im Längsschnitt.

klein. Die getrenntgeschlechtigen Blüten sind sehr klein und zu Ähren (Abb. 162, A 1 und 3) angeordnet. Bei den weiblichen Blüten ist die Blütenhülle dem Fruchtknoten angewachsen (Abb. 162, A 5), den männlichen Blüten fehlt jegliche Hülle, so daß sie ausschließlich aus zwei bis drei Staubgefäßen mit kurzen Antheren bestehen (Abb. 162, A 2).

Für den Menschen sind die Myzodendraceae von keinerlei Bedeutung.

Familie 2: Santalaceae oder Sandelgewächse.

Die eigenartige Familie der Santalaceae oder Sandelgewächse ist vor allem durch die becherförmige Achse der Blüten gekennzeichnet, der die meist vier bis fünf Blumenblätter aufsitzen, teils frei, teils in ihrem unteren Teil verwachsen, gewöhnlich unscheinbar, selten schön gefärbt und groß; die freien Teile der Blumenblätter sind klappig angeordnet, liegen also in der Knospenlage nicht übereinander. Die Staubgefäße stehen vor den Blumenblättern. Der in der becherförmigen Achse der Blüte eingeschlossene und mit ihr verwachsene Fruchtknoten hat im Zentrum eine freie Plazenta, von der ein bis drei nackte, d. h. integumentlose Samenknospen herabhängen. Die Bestäubung geschieht meist durch Insekten. Interessant sind die Vorgänge in der Samenanlage mancher Arten nach der Befruchtung, indem der Embryosack mit dem sich stark vermehrenden Nährgewebe allmählich aus der Mikropyle hervorwächst und sogar die Plazenta und die rudimentären übrigen Samenanlagen beiseite drängt, so daß schließlich das Nährgewebe mit dem in ihm eingebetteten Embryo die ganze Höhlung des Fruchtknotens ausfüllt.

Die Früchte sind teils nußartig, teils sind es Steinfrüchte mit häufig saftigem und zuckerreichem Fleisch (Abb. 162, C), das zur Anlockung von Tieren dient; da nicht selten auch die Blütenachse an der Fruchtbildung teilnimmt, kann man die Früchte auch als Scheinfrüchte bezeichnen. Die Samen haben keine Samenschale, was wohl vor allem damit zusammenhängt, daß die Samenanlagen keine Integumente besitzen. Angefüllt sind die Samen mit fleischigem, weißem Nährgewebe, in das der kleine Embryo eingebettet ist (Abb. 162, F4).

Die Santalazeen sind größtenteils strauchige, häufig auch krautige, seltener wirklich baumförmige Halbparasiten, d. h. sie haben sämtlich chlorophyllhaltige Assimilationsorgane, ernähren sich aber daneben noch dadurch, daß sie Haustorien (Saugfortsätze) in die Wurzeln oder Stengel anderer Pflanzen hineintreiben. Zu ersteren gehört das Sandelholz und das Vermeinkraut sowie die meisten übrigen Gattungen, zu letzteren die südostasiatischen Gattungen Henslowia und Phacellaria, die nach Art der Misteln auf Baumzweigen wachsen.

Die meisten der 250 Arten sind an trockenes, warmes Klima angepaßt, Urwaldpflanzen gibt es nur wenige in dieser Familie. Die Mehrzahl der strauchigen Formen hat harte, lederige (Abb. 162, C), zuweilen stachelige Blätter; Reduktion der Blattspreite, häufig bis zum Schuppigwerden der Blätter, kommt gleichfalls vor, bei Exocarpus fallen zuweilen die kleinen Blätter ab, den grünen Stengeln die Funktion der Assimilation überlassend (Abb. 162, D), oder es verbreitern sich hierfür die Stengel zu sogenannten Phyllodien. Die krautigen Formen, wie z. B. Thesium, haben meist schmale, lineale Blätter, ja die an der Südspitze Südamerikas sowie auf den vorgelagerten Feuerland- und Falklandinseln wachsende Nanodea muscosa bildet sogar vollständige Rasen.

Obgleich von fossilen Santalazeen mit Sicherheit nur eine Gattung, Thesianthium, im Bernstein des Samlandes festgestellt worden ist, mit Wahrscheinlichkeit noch einige Osyris-Blüten, unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die Santalazeen eine sehr alte Familie darstellen. Die geographische Verbreitung zeigt nämlich, daß selbst die am längsten isolierten Gebiete der Erde, wie Madagaskar, Australien, Hawai, Neuseeland, Neukaledonien und die Insel Norfolk, Santalazeen beherbergen. Außerdem haben einzelne Gattungen ein sehr zerstreutes Vorkommen, so z. B. findet sich die Gattung Buckleya nur in Japan und Nordamerika, Comandra im Donaugebiet und Nordamerika, Pyrularia sogar nur im Himalaja und Nordamerika, Verhältnisse, die auf eine frühere weitere Verbreitung der betreffenden

Gattungen hinweisen. Die meisten Gattungen bestehen nur noch aus einer geringen Zahl von Arten, und gerade diese haben ihre Heimat in den vom Pflanzenstrom am wenigsten berührten Teilen der Welt, d. h. in Australien und den südlichen Teilen Afrikas und Südamerikas, sind also allem Anschein nach Reliktformen. Nicht weniger als acht der 26 existierenden Gattungen bewohnen bis auf wenige Arten ausschließlich Australien, sieben finden sich in Südamerika, vier in Südafrika, Südasien beherbergt neben zwei weiter verbreiteten Gattungen vier ihm eigentümliche, während in Nordamerika und Europa zwar je drei Gattungen dieser Familie vorkommen, aber keine, die ihnen ausschließlich eigentümlich sind. Daß es aber der Familie auch heute noch nicht ganz an lebenskräftigen Gliedern gebricht, zeigt die Mannigfaltigkeit der Arten der Gattung Thesium, die nicht nur über den größten Teil der Erde verbreitet ist, sondern sich auch in Gegenden, die nach Beendigung der Eiszeit erst wieder von neuem der Vegetation erschlossen worden sind, gut akklimatisiert hat.

Der Nutzen der Familie für den Menschen ist gering, wenngleich das Holz der Gattungen Santalum und Fusanus, das Sandelholz, als Räucherwerk und für feine Zierholzarbeiten geschätzt wird. Einige andere Gattungen haben für die Möbeltischlerei geeignetes festes Holz, so z. B. die aus wenigen südafrikanischen Sträuchern bestehende Gattung Colpoon, speziell C. compressum, der Kap-Sumach, der auch zu Gerbzwecken benutzt wird und auf das Leder ähnlich wirkt wie der echte Sumach. Auch die kleine südamerikanische Gattung Acanthosyris und die größtenteils australische Gattung Exocarpus liefern gut brauchbares Holz, aber ihre geringen Dimensionen verhindern eine ausgedehnte Benutzung.

Eine Reihe von Gattungen zeichnet sich durch saftige und eßbare, kirschenförmige Früchte aus, während bei Arten der Gattung Exocarpus (Abb. 162, D 4) der geschwollene Fruchtstiel eßbar ist. Die Scheinfrucht von Exocarpus cupressinus wird in Australien als Native cherry (Kirsche), die Steinfrucht der gleichfalls australischen Fusanus acuminatus als Native peach (Pfirsich) bezeichnet, die mandelartigen Kerne der letzteren werden als Quandangnüsse gleichfalls gegessen, während aus den harten Steinschalen Halsketten und Knöpfe angefertigt werden können. Aber alle diese Verwendungen sind mehr lokal und bisher von keiner größeren Bedeutung.

Die Benutzung einer Anzahl Santalazeen in der Volksmedizin mag hier nur andeutungsweise erwähnt werden. Wichtige Medizinalstoffe scheint die Familie nicht zu enthalten, sie kommt daher für neuere Arzneibücher nicht in Betracht; nur das Sandelholzöl hat größere medizinische Bedeutung und wird außerdem als Parfüm verwendet.

In Deutschland wächst nur die Gattung Thesium oder Verneinkraut, auch Bergflachs oder Leinblatt genannt, und zwar in nicht weniger als sieben einander sehr ähnlichen Arten. Diese sind sämtlich kleine Kräuter mit etwas gelblichgrünen, schmalen, ganzrandigen, abwechselnd stehenden Blättern und in Ähren oder Trauben angeordneten, unscheinbaren, gestielten Blüten, deren Deckblätter häufig dem Blütenstiel angewachsen sind.

Die deutschen Thesium-Arten finden sich meist auf Bergwiesen, das Bergverneinkraut, Th. montanum (Abb. 162, F), nur in Süd- und Mitteldeutschland, das Alpenverneinkraut, Th. alpinum, zwar zerstreut auch in der Ebene, sogar noch in Skandinavien, ungemein häufig aber in der Alpenkette. Ebendort und, dem Kiese der Gebirgsströme folgend, in Oberbayern bis München wächst das durch beerenartige, zitronengelbe Früchte ausgezeichnete schnabelfrüchtige Verneinkraut, Th. rostratum. Das Wiesenverneinkraut, Th. pratense, bewohnt Süd- und Mitteldeutschland, das nacktblütige Verneinkraut Th. ebracteatum, Nord- und Mitteldeutschland sowie Rußland bis zum Ural, das mittlere Verneinkraut, Th. intermedium, fehlt in Westfalen und Kurhessen und ist in Nordwestdeutschland selten. Nur bei Metz dringt das niedergestreckte Verneinkraut, Th. humifusum, in deutsches Gebiet ein.

Außer in Mitteleuropa ist diese weit über 100 Arten umfassende Gattung noch im gemäßigten Asien und besonders in Südafrika verbreitet. In Amerika findet sie sich nur in Brasilien in zwei Arten, von Australien ist bisher nur eine Art bekannt.

Südeuropa, Afrika und Ostindien bewohnt die zweihäusige, halbparasitische Sträucher mit schmalen, abwechselnd stehenden Blättern und achselständigen Blütenständen enthaltende Gattung Osyris, von deren Arten O. alba (Abb. 162, E) in Südeuropa weit verbreitet ist. Es wurde schon oben erwähnt, daß nach den Blütenfunden im Bernstein die Gattung in der Tertiärzeit vermutlich noch bis zur Ostsee reichte.

Die Gattung Santalum oder Sandelholz ist durch größere, meist gegenständige, lederige, ganzrandige Blätter und verhältnismäßig große Blütenrispen oder Blütentrauben gekennzeichnet. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von Vorderindien über Australien und Neukaledonien bis Hawai. Als wertvolles Räucherwerk kam Sandelholz schon im späteren Altertum von Indien nach Europa, und zwar handelte es sich damals gewiß ausschließlich um das Holz der einzigen vorderindischen Art. Diese, das echte Sandelholz, S. album (Abb. 163), ist ein niedriger Baum, dessen Holz dort noch heute ausgebeutet wird, und zwar vornehmlich seitens der indischen Regierung.



Abb. 163: Echtes Sandelholz (Santalum album).
1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüte, im Längsschnitt, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Frucht, im Längsschnitt, vergrößert.

Man unterscheidet weißes und gelbes Sandelholz. Das letztere ist das besonders wohlriechende Kernholz, das hauptsächlich als Räucherwerk dient, in China namentlich zur Herstellung der Räucherstöcke (joss sticks). Das weiße Sandelholz wird mehr zu Schnitzarbeiten benutzt, besonders Kästchen und Rosenkränze werden daraus verfertigt. Die Chinesen, die große Liebhaber des Sandelholzes sind, machen auch Buddhastatuen und andere gottesdienstliche Gegenstände daraus.

Vor allem geschätzt ist das gefleckte Sandelholz mit seinen durch sekundäre Knospenbildung entstandenen Majern, die von den Hindus als Naga (Brillenschlangenholz) und Nawal kann (Pfauenaugenholz) verehrt werden. Ein Teil dieses Sandelholzes stammt aus dem Malaiischen Archipel, und zwar von den Kleinen Sundainseln, besonders Timor und Sandelhout, welch letztere ihren Namen daher erhalten hat. Dagegen stammt das rote Sandelholz von einer ganz anderen Pflanze, einem hohen Baum aus der Familie der Leguminosen, Pterocarpus santalinus, und kommt von Ostindien und den Philippinen aus in den Handel.

Im 19. Jahrhundert begann man auch aus der Südsee Sandelholz zu exportieren. Neukaledonien lieferte das Holz von S. austro-caledonicum, Fiji das von S. yasi, im tropischen Australien wurde S. lanceolatum, in Hawai S. Freycinetianum ausgebeutet. Neuerdings liefert auch das britische Neuguinea Sandelholz, während in Westaustralien Fusanus spicatus die Rolle des Sandelholzes vertritt.

Familie 3: Grubbiaceae oder Grubbiengewächse.

Die Familie der Grubbiaceae oder Grubbiengewächse enthält nur die einzige Gattung Grubbia mit drei Arten, die als kleine Sträucher die Südspitze Afrikas bewohnen. Sie stehen den Santalazeen sehr nahe, unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, daß die Zahl der Staubgefäße die der Blütenhüllblätter um das Doppelte übertrifft, daß die Samenanlagen ein Integument haben, daß der Embryosack nicht aus der Mikropyle herauswächst

und die Samen von einer wirklichen Samenschale umgeben sind. Die schmal lanzettlichen bis fast nadelförmigen Blätter (Abb. 164, E und J) sind lederig und sitzen gegenständig, die Blüten zu dreien in den Blattachseln (Abb. 164, F) oder in den Achseln gegenständiger Hochblätter zu kleinen, ährenförmigen Blütenständen vereinigt (Abb. 164, E 1). Die Fruchtknoten verwachsen miteinander, und zwar bei G. stricta (Abb. 164, E 2) zu einem zur Reifezeit zapfenförmigen Gebilde. Einen besonderen Nutzen hat die Familie nicht.

Familie 4: **Olacaceae** oder **Stinkholzgewächse.**

Die 28 Gattungen mit 160 Arten umfassende, tropische Familie der Olacaceae oder Stinkholzgewächse unterscheidet sich von den Santalazeen durch das Vorhandensein eines,



Abb. 164: Stinkholzgewächse (Olacaceae) und Grubbiengewächse (Grubbiaceae).

A) Ximenia americana: 1) Zweig mit Blütenstand, daneben Staubgefäß, vergrößert; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergrößert; 4) derselbe im Querschnitt, vergrößert; 5) Frucht, im Längsschnitt. B) Coula edulis: Frucht, zur Hälfte im Längsschnitt. C) Heisteria Zimmerii: Frucht. D) Olax imbricata: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüte, vergr.; 3) Staubgefäß, dem Blumenblatt angewachsen, vergr.; 4) Kelch u. Fruchtknoten, vergr.; 5) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; 6) Frucht. E) Grubbia stricta: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) zapfenförmiger Fruchtstand. F) G. rosmarinifolia: Zweig mit Blütenständen und zwei einzelne vergrößerte Blüten.

wenn auch meist undeutlichen, verwachsenblätterigen Kelches. Die Blüten sind klein und nicht sehr auffallend, manche, z. B. die der Gattung Schoepfia, sehr wohlriechend. Die in der Knospenlage klappigen Blumenblätter sind häufig teilweise verwachsen und oft durch Haarbüschel oder bärtige Behaarung der Innenseite gekennzeichnet. Die Staubgefäße stehen gewöhnlich vor den Blumenblättern, selten mit ihnen abwechselnd; zuweilen ist beides gleichzeitig der Fall. Der häufig am Grunde von der becherförmigen Blütenachse umgebene, im übrigen freistehende Fruchtknoten ist nur im unteren Teile mehrfächerig und umschließt eine meist freistehende Plazenta, an der die umgewendeten, in der Regel von einem einfachen Integument umschlossenen Samenanlagen einzeln in je einem Fach herabhängen. Der in Einzahl vorhandene Griffel endet in einer kleinen Narbe. Die Früchte sind einsamig, entweder Nüsse oder Steinfrüchte mit reichlichem Nährgewebe, die einen kleinen Embryo einschließen.

Diese Familie besteht aus Bäumen oder Sträuchern mit abwechselnd angeordneten, ungezähnten, meist lederigen Blättern. Kettersträucher sind z. B. die durch ihren Knoblauchgeruch

im Walde auffallenden Arten der hinterindisch-malaiischen Gattung Erythropalum oder Knoblauchliane. Auch Arten der weitverbreiteten und vielgestaltigen Gattung Olax oder Stinkholz (Abb. 164, D) klettern, aber mit Hilfe großer, gekrümmter Stacheln, so die indisch-malaiische O. scandens. Bei derselben Gattung finden sich auch Anpassungen an Trockenklimate, z. B. hat O. aphylla von der Felsküste Nordaustraliens nur kleine Schuppenblätter. Obgleich man nichts Sicheres von etwaigem Parasitismus in dieser Familie weiß, legt doch die gelbgrüne Färbung der Blätter, die sich bei manchen Olakazeen findet, die Vermutung nahe, daß auch in dieser Familie Wurzelparasitismus vorkommt. Den Namen (olax = stark riechend) hat die Gattung von dem an menschlichen Kot erinnernden Geruch des Holzes mancher Arten, z. B. des ceylonischen Stinkholzes (O. ceylanica).

Die Olakazeen bewohnen fast ausschließlich die warmen Gegenden: die meisten Gattungen sind entweder brasilisch oder indisch-malaiisch. Einige dringen bis Australien vor, nach Europa keine einzige Art. Bemerkenswert ist die Verbreitung der Gattung Schoepfia, die in Amerika die Anden Perus, Brasilien, die Antillen und Mexiko, in Asien Südjapan, China, den Himalaja und Südasien bewohnt; vor der Eiszeit war sie vermutlich auch in Nordamerika und Nordasien vertreten. Auch in Afrika kommen zahlreiche Gattungen vor, außer den allgemein oder altweltlich tropischen Gattungen, wie Olax, Ximenia und Opilia, noch drei Gattungen, die sowohl von Westafrika als auch von Südamerika bekannt sind und auf die alte Verbindung dieser Gebiete hindeuten, ferner noch vier endemisch westafrikanische Gattungen sowie endlich eine Gattung in Mauritius.

Die etwa zwei Dutzend Arten von Heisteria (Abb. 164, C) sind durch die zur Zeit der Fruchtreife stark vergrößerten Kelchlappen gekennzeichnet. Die Samen kommen gelegentlich als Ölsaat nach England. Der in Kamerun häufige Baum Coula edulis (Abb. 164, B) hat ölreiche, haselnußartig schmeckende, aber äußerst hartschalige Steinfrüchte. Ximenia americana (Abb. 164, A) ist ein sowohl an den sandigen Küsten als auch in den Savannen und anderen offenen Formationen der gesamten Tropen häufiger, dorniger Strauch mit roten, kirschartigen Steinfrüchten, deren süßsäuerliches Fruchtfleisch gern gegessen wird. Die aus Westafrika zuweilen nach England importierten Samen enthalten ein nicht trocknendes Öl, das sowohl zur Seifen- und Kerzenfabrikation wie auch als feineres Schmieröl verwendet wird. Die Blüten sind leicht erkennbar, da die Blumenblätter auf der Innenseite dichte Bärte rotbrauner Haare tragen. Das Holz wird von den Brahminen der indischen Koromandelküste gepulvert in der Art wie Sandelholz benutzt.

Die Unterfamilie der **Opilieae** wird neuerdings, hauptsächlich weil der einfächerige Fruchtknoten nur eine Samenanlage enthält, auch als besondere Familie abgetrennt. Die Gattungen dieser Gruppe sind im wesentlichen süd- und ostasiatisch, eine bewohnt Westafrika, die Kettersträucher der Gattung Cansjera finden sich auch im tropischen Australien, die Gattung Opilia bewohnt außerdem noch das tropische Afrika.

Familie 5: **Loranthaceae** oder **Mistelgewächse.**

Fast die gesamte, 15 Gattungen mit ungefähr 850 Arten umfassende Familie der Loranthaceae oder Mistelgewächse besteht aus Schmarotzerpflanzen, und zwar sogenannten Halbparasiten, die sich einen Teil der Nahrung mit Hilfe des Chlorophylls aus der Luft heranziehen; nur zwei Gattungen, Nuytsia und Gaiadendron, mit wenigen Arten sind baum- bzw. strauchförmig, aber auch bei ihnen ist es nicht ausgeschlossen, daß sie unterirdisch auf anderen Pflanzen parasitieren, wenn auch vielleicht nur in der Jugend.

Der Blütenbau der Loranthazeen ist einfach. Die Blüten sind meist zwitterig (Abb. 165, A und B), seltener eingeschlechtig (Abb. 165, C; Abb. 166); der unterständige Fruchtknoten ist der Achse der Blüte vollständig eingewachsen und wird bei der Unterfamilie der

Loranthazeen von einem häufig gezähnten, kelchartigen Rand (Calyculus) gekrönt. Die vier bis sechs Blumenblätter, die zuweilen miteinander verwachsen sind, bilden meist in ihrem unteren Teil eine weit über den Calyculus herausragende Röhre, während sie sich oben in auseinandergehende oder zurückgeschlagene Zipfel auflösen. In anderen Fällen stellen die Blumenblätter aber auch nur kleine, kurze, dicke, schuppige Gebilde dar. Die Staubgefäße sind stets in gleicher Zahl vorhanden wie die Blumenblätter und stehen vor diesen; oft sind sie ihnen auch angewachsen. Der Fruchtknoten hat meist keine deutliche Plazenta und keine scharf abgegrenzten Samenanlagen, eine Erscheinung, die sich bei parasitischen Pflanzen häufig findet. Gewöhnlich gelangt nur ein Embryosack zur Reife, manchmal aber auch zwei bis drei (Abb. 166, 6 und 7), und dann sieht es aus, als ob der Same mehrere Embryonen enthielte, während es sich in Wirklichkeit um mehrere Samen handelt, die aber zu einer einzigen, samenähnlichen Masse verschmolzen sind. Die Frucht besteht aus der eigentlichen Frucht und dem mit ihr verwachsenen, ihre äußere Schicht bildenden Calyculus. Sie ist demnach eine Scheinfrucht, und zwar, soweit sie nicht durch Verhärtung einer Schicht den Charakter einer Steinfrucht annimmt, eine beerenartige Scheinfrucht. Der Keimling liegt häufig in einem reichen Nährgewebe, oft aber füllt er die ganze Frucht aus. Durch die Verschleimung der Innenschicht der Blütenachse sind die Früchte meist etwas klebrig. Der die Klebrigkeit hervorrufende Stoff wird Viscin genannt; er ist insofern sehr wichtig, als mit seiner Hilfe die Früchte an den Zweigen der Nährpflanze hängen bleiben, namentlich dann, wenn sie einen Vogelleib passiert haben und die klebrige Schicht hierbei durch die Resorption des über ihr liegenden Beerenfleisches seitens des Magensaftes frei geworden ist. Neuerdings sind sogar einige Arten aus Venezuela bekanntgeworden, die an Stelle des Viscins eine Schicht echten, durch Farbstoff rot gefärbten Kautschuks haben, und zwar in derartiger Menge, daß der Kautschuk 20 Prozent des Gewichtes der Frucht ausmacht und daher sogar extrahiert und technisch verwertet werden kann.

Die Blätter, die zuweilen zu kleinen Schüppchen reduziert sind, stehen fast stets gegenständig und sind stets sehr dick, so daß meist nur der Mittelnerv hervortritt; gewöhnlich sind sie lanzettlich oder lineal, doch kommen auch eiförmige Blätter vor. Sie enthalten Chlorophyll, meist aber nur wenig; sie haben daher eine gelbgrüne Färbung und sind fast nie so saftgrün wie die Blätter unserer Bäume.

Sehr eigenartig ist die Ausbildung des Embryos, indem nämlich der Embryosack aus dem Gewebe des Plazentarhöckers durch die Fruchtknotenwandung bis in den Griffel hineinwächst, eine schwer verständliche Anpassungserscheinung, die aber mit der parasitischen Lebensweise in engem Zusammenhange zu stehen scheint.

Auch die Keimungserscheinungen sind aus dem gleichen Grunde bemerkenswert. Bevor sich der Keimling entfaltet, muß sich die Frucht ihren Standort an der Nährpflanze sichern, und das tut sie gewöhnlich durch Ausbildung einer Haftscheibe, von der aus dann die Saugorgane in das Innere der Nährpflanze hineingesenkt werden.

Die weitere Entwickelung des Parasiten geht nach recht verschiedenen Typen vor sich. Manche Arten stoßen nur einen Senker in die Nährpflanze hinein, scheiden aber gleichzeitig ein Ferment aus, das an der betroffenen Stelle ein auffallend starkes Wachstum anregt; es entsteht hierdurch häufig ein großer, zuweilen gallenartiger Auswuchs, dessen Breitenwachstum auch die Haftscheibe folgt, so daß der Parasit später mit breiter Basis der Verdickung aufsitzt. Fällt später der Schmarotzer ab, so bleiben merkwürdige, strahlig gelappte Holzscheiben zurück, die in Mittelamerika als sogenannte Holzrosen (Rose de Palo, Rose de Madera) bekannt sind (Abb. 165, C 8) und als Kuriositäten verkauft werden.

Die meisten Loranthazeen haben dagegen außer dem Senker ein sehr gut entwickeltes Wurzelwerk auf oder in der Nährpflanze und bedürfen daher meist nicht solcher starken hypertrophischen Wucherungen. Sie erregen aber oft, indem die über den Saugsträngen liegenden Rindenpartien der Nährpflanze absterben, krebsartige Erscheinungen. Kriechen die Wurzeln oberflächlich, so bilden sie meist, wo immer sie mit der Nährpflanze in Berührung kommen, kleine Haftscheiben und treiben aus diesen kegelförmige Senker in die Nährpflanze, die



Abb. 165: Mistelgewächse (Loranthaceae).

A) Nuytsia floribunda: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüten, vergrößert; 3) Staubgefäß mit Längsschnitt des Blumenblattes, vergrößert; 4) Frucht; 5) dieselbe im Durchschnitt. B) Loranthus capitatus: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüte, vergr.; 3) Staubgefäß, vergr.; 4) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; 5) Frucht im Längsschnitt; 6) Frucht von außen; 7) gitterförmiges Wurzelwerk mit Haftscheiben an der Nährpflanze. C) Phoradendron rubrum: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Teil eines Blütenstandes, unten männliche, oben weibliche Blüten, vergrößert; 3) weibliche Blüte, vergrößert; 4) männliche Blüte, vergrößert; 5) Teil eines Fruchtstandes, vergrößert; 6) Scheinfrucht im Längsschnitt, vergrößert; 7) Same, vergrößert; 8) Holzrose.

sich oftmals schließlich in dünne Saugfäden zerteilen. Häufig winden sich diese Wurzeln auch etwas, verzweigen sich und verwachsen miteinander bzw. treiben in ihre eigenen Wurzeln Senker hinein, wodurch nicht selten ein reines Wurzelgitterwerk (Abb. 165, B 7) entsteht.

Die meisten Gattungen der Loranthazeen sind entweder auf die Alte oder auf die Neue Welt beschränkt. Eine Ausnahme bilden vor allem die beiden Gattungen Phrygilanthus und Gaiadendron, die sowohl Südamerika als auch Australien bewohnen, ohne gleichzeitig in nördlichen Gegenden verbreitet zu sein, vielleicht als Überbleibsel aus der Zeit

der antarktischen Landverbindung zwischen jenen beiden Kontinenten. Auf eine nordische Landverbindung weist umgekehrt die auf Koniferen parasitierende blattlose Gattung Arceuthobium hin, von deren etwa zehn Arten die meisten in Nordamerika auf Kiefern und Fichten vorkommen, während A. oxycedri auf Wacholderarten des Mittelmeergebietes und Vorderasiens häufig ist und eine andere Art im Himalaja auf der Kiefer Pinus excelsa schmarotzt.

Interessant ist auch das auf die mittlere und nördliche Insel Neuseelands beschränkte Vorkommen der monotypen Gattung Tupeia. Die Gattung Viscum ist zwar besonders in den beiden, weit voneinander entfernten Gebieten Südafrika und Ost- und Südasien heimisch, doch greift die Gattung in einzelnen Arten auch nach Abessinien, Australien und Neuseeland hinüber, während Viscum album nur Europa und das gemäßigte Asien bewohnt. Die weiteste Verbreitung haben aber zwei andere Arten dieser Gattung, nämlich V. articulatum, dessen Heimat sich von Vorderindien bis nach Polynesien erstreckt, und V. japonicum, dessen Wohngebiet von den Sandwichinseln über Japan, China, Ostaustralien, Südasien bis nach Mauritius reicht. Beide Arten gehören zu einer Sektion der Gattung, die sich durch das Fehlen von Laubblättern sehr deutlich von den beblätterten Viscum-Arten unterscheidet. Die assimilatorische Funktion wird hier ebenso wie bei der Gattung Arceuthobium durch die oft etwas abgeplatteten kurzen Stengelinternodien sowie durch die schuppigen Hochblätter ausgeübt. Die weiteste Verbreitung hat die Gattung Loranthus, die Asien, Afrika und Australien bewohnt.



Abb. 166: Weiße Mistel (Viscum album).

1) Zweig mit Blütenständen und Scheinfrüchten; 2) männlicher Blütenstand, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) weiblicher Blütenstand, vergrößert; 5) weibliche Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 6) Scheinfrucht im Längsschnitt; 7) Scheinfrucht mit zwei keimenden Embryonen; 8) keimende Misteln; 9) Saugscheibe der keimenden Mistel, vergrößert; 10) Saugscheibe mit Senker, vergrößert.

Aus der geographischen Ausdehnung der Familie und dem Artenreichtum der einzelnen Gattungen läßt sich schließen, daß sie noch in weiterer Ausbildung begriffen ist. Wo sich ihre ursprüngliche Heimat befindet, läßt sich nicht bestimmen, zumal es an irgendwie sicheren fossilen Resten fehlt; daß sie aber auf ein bedeutendes Alter zurückschaut, geht aus der Verbreitung der Gattungen hervor und noch mehr aus dem hohen Grade der Spezialisierung der morphologischen Charaktere.

Die obenerwähnten nichtparasitischen Gattungen Nuytsia und Gaiadendron dürften wohl ursprünglichere Typen darstellen, da ein nachträgliches Aufgeben der parasitischen

Lebensweise, wenn diese stark in die innere Organisation eingegriffen hat, schwer denkbar ist, und da ferner auch die Früchte dieser beiden Gattungen als Steinfrüchte oder dreiflügelige Trockenfrüchte kaum als Abwandlungen der komplizierten Beerenfrüchte der übrigen Loranthazeen zu deuten sind.

Die Gattung Loranthus oder Riemenblume ist die artenreichste der Familie, auch hat sie meist ansehnliche und bunte, d. h. rot, gelb oder weiß gefärbte, schmal röhrenförmige Blüten. In Europa ist diese schöne, mehr als 300 Arten umfassende Gattung nur durch die unscheinbare, gelbblütige europäische Riemenblume oder Eichenmistel vertreten,



Abb. 167: Mistel (Viscum album). Nach Photographie von W. Köhler in Tegel.

L. europaeus, die in Südeuropa und Kleinasien Eichen und Kastanien bewohnt, aber auch noch in Österreich, Böhmen und Mähren vorkommt.

Ihre Saugwurzeln sendet sie durch die Rinde bis in das junge Holzgewebe der Nährpflanze. Durch den andauernden Reiz entstehen sogar oft an der Wirtspflanze Maserknollen, welche die Dicke eines Menschenkopfes erreichen können, auch verkümmern die höheren Teile der befallenen Zweige häufig oder sterben geradezu ab. Die Pflanze kann also den befallenen Eichenbeständen schädlich werden.

Auch andere Arten der Gattung werden zuweilen den Kulturpflanzen gefährlich, z. B. greift L. pentandrus Kaffee, Orangen, Muskat, Gewürznelken, Jackfrucht, Teak und Rosenapfel an. In Surinam erzeugt eine Art an den Kakaobäumen Hexenbesen, und in einigen Gegenden des Amazonas soll eine Art die Kultur des Hevea-Kautschukbaumes arg behindern.

Am bekanntesten von allen Gattungen der Loranthazeen ist natürlich die Gattung Viscum oder Mistel, da zu ihr unsere weiße Mistel, V. album (Abb. 166 und 167), gehört. Es ist eine immergrüne Pflanze, die daher im Winter leicht an den kahlen Bäumen zu erkennen ist. Neben dem Hauptsenker entwickelt sie innerhalb der Rinde der Wirtspflanze kriechende Saugwurzeln, die ihrerseits wieder sekundäre Senker in das Holz entsenden, aber auch

neue Knospen bilden, besonders dann, wenn die Hauptpflanze abstirbt. Das Abschneiden der Mistel genügt demnach nicht, um den Baum von dem Parasiten zu befreien.

Die Mistel befällt sowohl Laubhölzer, die Eiche verhältnismäßig selten, als auch Koniferen, ist aber, wenn sie nicht gerade in Menge auf einem Baume wächst, meist nicht besonders schädlich, da sie nur kleinere, gedrängt wachsende Büsche bildet und nicht, wie die Riemenblume, Maserknollen entwickelt oder die Äste zum Absterben bringt.

Sehr eigenartig ist die Tracht der Mistel infolge der reichen, gabelspaltigen Verästelung sowie der lederartigen, gelbgrünen, gegenständigen Blätter (Abb. 167). Die unscheinbaren, an den Enden der Zweige als Drillinge sitzenden gelblichgrünen Blüten sind getrenntgeschlechtig (Abb. 166, 2 und 4) und blühen in Deutschland schon im März und April. Die männlichen Blüten tragen Antheren, die mit der Blütenhülle eng verwachsen und durch zahlreiche Pollenfächer (Abb. 166, 3) gekennzeichnet sind. Die beerenartigen, viszinreichen Scheinfrüchte sind in der Regel weiß, doch gibt es eine seltenere Varietät mit hellgelben Früchten und schmäleren, etwas sichelförmigen Blättern. Die Früchte werden von Drosseln gegessen und der schleimige, häufig mehrere Keimlinge enthaltende Innenteil mit dem Schnabel an den Ästen abgestreift. Gewöhnlich gelangt nur einer der Keimlinge zur Entwickelung, und dieser braucht mehrere Jahre bis zur wirklichen Entfaltung der Pflanze.

Der Nutzen der Mistel ist gering. Der klebrige Fruchtschleim dient als Vogelleim, und zur Weihnachtszeit wird die Pflanze an den Kronleuchtern und über den Türen aufgehängt, eine ursprünglich englische Sitte, die sich aber — wie umgekehrt der Weihnachtsbaum — in Deutschland von Jahr zu Jahr mehr einbürgert: schon jetzt sieht man um die Weihnachtszeit die dann mit weißen Früchten beladenen Büsche zu Tausenden in den großen Städten zum Verkauf ausgeboten.

Besonders im keltischen Druidendienst stand die Mistel in hohem Ansehen, aber auch die alten Germanen verehrten sie, sie nahmen an, daß sie vom Himmel auf die Äste der Bäume gefallen sei; besonders die seltene, auf Eichen gewachsene Mistel galt als heilig. Auch schrieb man ihr geheime Kräfte zu, glaubte man doch auch, sie habe dem Frühlingsgott Baldur den Tod gebracht.

Obwohl medizinisch stärker wirksame Stoffe in der Mistel ebensowenig wie in anderen Arten der Familie gefunden worden sind, waren bis vor kurzem sowohl die Mistelfrüchte als auch die Zweige der europäischen Riemenblume in Deutschland offizinell, und auch in der Volksmedizin anderer Länder spielen Loranthazeen eine gewisse Rolle, was bei ihrem auffallenden Habitus nicht wundernimmt.

Erwähnenswert ist noch, daß der einzige Vertreter der oben als nichtparasitisch angeführten Gattung Nuytsia, der Flammenbaum oder Feuerbaum, N. floribunda (Abb. 165, A), ein etwa 10 m hoher Baum Westaustraliens mit weichem, markähnlichem Holz, trockener, dreiflügeliger Scheinfrucht und reichem, gelbem, ganz außerordentlich prächtigem, um die Weihnachtszeit sich entfaltendem Blütenflor, in seiner Heimat als Weihnachtsbaum verwendet wird.

Familie 6: Balanophoraceae oder Kolbenträgergewächse.

Die Familie der Balanophoraceae oder Kolbenträgergewächse besteht aus ausgesprochenen Wurzelparasiten, die jede Spur chlorophyllhaltiger Assimilationsorgane verloren haben und demnach keinerlei Andeutungen von Laubblättern aufweisen; vielmehr dienen die chlorophyllosen blattartigen Organe lediglich als Schutzhüllen der im Wachstum befindlichen Geschlechtsorgane. Diese merkwürdigen Pflanzen, die nach außen nur als mehr oder weniger kolbenförmige Blütenstände und deren Hüllen in Erscheinung treten, ähneln auf den ersten Blick mehr Pilzen als hochstehenden Gewächsen; früher hielt man sie sogar für Auswüchse der Nährpflanze oder für krankhafte Degenerationserscheinungen derselben.

Bei so stark reduzierten Pflanzen ist es natürlich schwer, die Verwandtschaftsverhältnisse auch nur mit einiger Sicherheit festzulegen, immerhin bieten die Blüten manche Anhaltspunkte, welche die Zugehörigkeit der Familie zu der Reihe der Santales plausibel machen.

Die Pflanzen dieser Familie haben, seitdem man die Gattung Cynomorium, den sogenannten Malteserschwamm, wieder aus ihr entfernt hat, sämtlich getrenntgeschlechtige Blüten, die entweder an denselben Blütenständen (Abb. 168, A) oder an verschiedenen (Abb. 168, B) sitzen, und zwar sind sie in mannigfacher Anordnung zu kopfförmigen (Abb. 168, B), kolbenartigen (Abb. 168, B 1) oder auch verzweigten (Abb. 168, A 1)



Abb. 168: Kolbenträgergewächse (Balanophoraceae).

A) Lophophytum mirabile: 1) Blühende Pflanze, oben männliche, unten weibliche Blütenköpfchen; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) weibliche Blüten, vergr.; 4) eine weibliche Blüte, vergr.; 5) Längsschnitt durch eine weibliche Blüte; 6) Same. B) Balanophora celebica: 1) Männlicher Blütenstand; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) weibliche Blüten, vergrößert; 4) Längsschnitt durch eine Frucht, vergrößert; 5) Knospen in verschiedenen Reifestadien.

Blütenständen vereinigt. Die männlichen Blüten haben eine einfache, aus wenigen, meist an der Basis verwachsenen Blumenblättern bestehende Hülle. Die Zahl der Staubgefäße ist ebenso groß oder geringer als die Zahl der Blumenblätter, bei manchen Arten hat jede Blüte nur ein einziges, wohl durch Zusammenwachsung mehrerer entstandenes Staubgefäß. Die Staubbeutel sind normal gebaut (Abb. 168, A 2), zuweilen aber auch ein- oder (bei den Synandrien) vielfächerig (Abb. 168, B 2). Die weiblichen Blüten (Abb. 168, A 3—5, B 3) haben gewöhnlich keinerlei Blütenhülle und bestehen dann nur aus dem einfächerigen, von

einem oder zwei Griffeln gekrönten Fruchtknoten, der häufig an der Spitze becher-, röhren- oder kronenförmig verlängert ist (Abb. 168, A 3—5).

Die Samenanlagen sitzen meist paarweise an einer zentralen Plazenta (Abb. 168, A 5). Sie sind nicht selten der Fruchtwand angewachsen, haben keinerlei Hülle (Integument), bestehen sogar bisweilen ausschließlich aus dem Embryosack. Die winzigen Früchte haben eine harte Innenschale, die den fast nur aus Nährgewebe bestehenden Samen umschließt; der Embryo ist minimal und sitzt nahe dem Scheitel des Samens an einem ganz kurzen Embryoträger (Abb. 168, B 4).

Die 40 Arten dieser merkwürdigen Familie leben fast sämtlich auf Wurzeln von Holzgewächsen, denen ihr knolliges, selten zylindrisches Rhizom (Wurzelstock) aufsitzt, indem es sich mit den Nährwurzeln durch Anschwellungen oder kurze Fortsätze verbindet, ohne Senker (Haustorien) in die Wirtspflanzen hineinzusenden. Die Knollen enthalten entweder Stärke oder eine wachsartige, Balanophorin genannte Substanz, außerdem zuweilen adstringierende Bestandteile. Die stärkereichen Knollen werden gegessen, die wachshaltigen Rhizome von Balanophora in Java und von Langsdorffia in Kolumbien werden zu Kerzen verarbeitet oder als solche benutzt; die adstringierenden Rhizome finden in der Volksmedizin Verwendung.

Die Balanophorazeen sind in den wärmeren Gegenden sämtlicher Erdteile verbreitet. Europa fehlen sie demgemäß, dagegen haben sowohl Neuseeland als auch Neukaledonien je ihre besondere monotype Gattung, ersteres die nach Melonen riechende Hadesblume, Dactylanthus Taylori. In dem nichttropischen Südafrika sind sogar zwei Gattungen, Mystropetalum und Sarcophyte, heimisch, letztere, nur S. sanguinea umfassend, ein blutrotes, auf Akazien schmarotzendes, auch in Deutsch-Südwestafrika häufiges, unangenehm nach faulen Fischen riechendes, fast fußhohes Gewächs. Nur die Gattung Rhopalocnemis bewohnt gleichzeitig die Neue und Alte Welt, in der Unterfamilie der Balanophoroideen ist Langsdorffia amerikanisch, Thonningia westafrikanisch, Balanophora südasiatisch und australisch.

Südasien beherbergt zwei Gattungen: neben der die Bergwälder Javas und des östlichen Himalajas bewohnenden Rhopalocnemis phalloïdes, deren Knollen die Größe eines Menschenkopfes erreichen, kommt dort noch die in zahlreichen Arten in Südasien und sogar bis zu den Komoren einerseits, Australien und den Neuen Hebriden anderseits verbreitete Gattung Balanophora oder Kolbenträger (Abb. 168, B) vor.

Weit mehr Gattungen weist Südamerika auf, sowohl im andinen Gebiet als auch im östlichen Teile des Kontinents, in der Ebene wie in den Hochländern, nördlich bis Mexiko, südlich bis Bolivia und Südbrasilien. Durch die unten weiblichen, oben männlichen, weißlichen oder rosa gefärbten Blütenstände auffallend ist das brasilische Lophophytum mirabile (Abb. 168, A), das in den schattigen Wäldern bei Rio de Janeiro auf den Wurzeln von Mimosen schmarotzt und bisweilen 20—30 Schritt weit den Boden bedeckt. Die gewöhnlich $^1/_4$—$^1/_2$ Pfund schweren Knollen erreichen gelegentlich ein Gewicht von 30 Pfund. Pilzförmig sind die schuppigen Blütenstände von Scybalium fungiforme, das gleichfalls bei Rio vorkommt, während seine Gattungsgenossen auch Westindien und Kolumbien bewohnen. Bei Scybalium und Lophophytum sind die verschiedenen Geschlechter der Blüten örtlich getrennt, bei Helosis dagegen sitzen männliche und weibliche Blüten bunt durcheinander an den purpurfarbenen, kugeligen Blütenständen, doch treten die männlichen Blüten erst nach dem Abblühen der weiblichen hervor. Mehr an einen Korbblütler, dessen Blüten ausgefallen sind, z. B. an Carlina, erinnert der schuppige Blütenstand von Langsdorffia hypogaea, der einzigen, aber weit verbreiteten Art dieser Gattung, die ein gelapptes Rhizom mit zylindrischen Auszweigungen besitzt.

Daß diese Familie sehr alt ist, geht mit Bestimmtheit aus ihrer geographischen Verbreitung hervor. Die geringe Zahl der auf verhältnismäßig viele Gattungen sich verteilenden Arten zeigt, daß es eine im Rückgang begriffene Familie ist, die sich nur hier und da an geeigneten Plätzen, besonders im schattigen Urwald, erhalten hat. Wo sie in offenen Formationen vorkommt, wie in Südafrika, handelt es sich um pflanzengeographisch recht isolierte Gegenden. Da die Pflanzen dieser Familie keine härteren Teile besitzen, ist es nicht wahrscheinlich, daß fossile Reste der Familie gefunden werden; was man früher dafür ansah, hat sich als zu den Zykadazeen gehörig erwiesen.

Reihe 15:

Aristolochiales oder Osterluzeiartige Gewächse.

Die Reihe der Aristolochiales ist durch eine einfache, in der Regel bunt gefärbte Blütenhülle sowie durch einen meist unterständigen, gefächerten oder einfächerigen Fruchtknoten gekennzeichnet; im ersteren Falle sitzen die vielen Samenanlagen an der Innenseite der Fächer, im letzteren sind die Leisten, an denen die Samenanlagen sitzen, wandständig. Zu der Reihe gehören zwei streng wurzelparasitische, chlorophyllfreie Familien, die Rafflesiazeen und die Hydnorazeen, sowie eine chlorophyllhaltige Blätter tragende, nichtparasitische Familie, die Aristolochiazeen.

Familie 1: **Aristolochiaceae** oder **Osterluzeigewächse.**

Die Familie der Aristolochiaceae oder Osterluzeigewächse enthält etwa 200 Arten, von denen nicht weniger als 180 die eine Gattung Aristolochia ausmachen, während die anderen sich ungleichmäßig auf die vier übrigen Gattungen verteilen. Die Blütenhülle besteht bei dieser Familie meist aus drei mehr oder weniger verwachsenen Blumenblättern, die häufig recht zahlreichen Staubgefäße sind entweder frei oder mit der Säule des Griffels zu einem sogenannten Gynostemium verwachsen, die Frucht ist eine Kapsel und enthält viele Samen, deren kleiner Embryo in reichlichem Nährgewebe eingebettet ist.

Es sind krautige oder holzige und im letzteren Falle meist kletternde Pflanzen, die oft Klimmhaare haben, hakig gekrümmte Zellen, die einem zwei- oder mehrzelligen Sockel aufsitzen. Bäume fehlen in der Familie ganz, desgleichen Parasiten. Bezüglich der anatomischen Struktur ist bemerkenswert, daß in den Blättern Ölzellen auftreten, und daß die Markstrahlen auffallend breit sind.

Die Verbreitung der Familie umfaßt die wärmeren und mäßig warmen Gebiete der ganzen Erde, jedoch sind zwei kleine Gattungen auf das indisch-malaiische Gebiet, eine auf die chinesische Provinz Hupeh und eine auf Brasilien beschränkt; letztere, Holostylis, besteht aus nur einer, bisher einzig in der Provinz Goyaz gefundenen, krautigen Art mit großen, nierenförmigen Blättern und glockigen, mit schiefem Saum versehenen Blüten. Die malaiischen Gattungen Bragantia (Apama) und Thottea sind dagegen mehr oder weniger stark kletternde Sträucher mit lederigen Blättern sowie regelmäßigen Blüten mit freistehenden Staubgefäßen, und zwar hat Bragantia kleine und unscheinbare Blüten (Abb. 170, E) mit einem einfachen Kreis von Staubgefäßen, Thottea 4—12 cm lange Blüten und einen Doppelkreis von Staubgefäßen. Die chinesische Gattung Saruma umfaßt wiederum nur eine Art, eine mehrjährige, hohe Staude mit herzförmigen Blättern und einzelnstehenden, langgestielten gelblichen Blüten.

Wichtiger ist die Gattung Asarum oder Haselwurz, welche die nördliche gemäßigte Zone bewohnt, am stärksten in Japan und Nordamerika verbreitet ist, im Himalaja und in Europa bis Sibirien dagegen nur je in einer Art vorkommt. Diese eigenartige Verteilung der Arten deutet darauf hin, daß die Gattung in der Tertiärzeit weiter verbreitet war und sich, durch die Eiszeit stark zurückgedrängt, nur in den von jener wenig berührten Gegenden in alter Kraft erhalten hat. In Mitteleuropa hat sich die hier wachsende Art, die gemeine Haselwurz, A. europaeum, erst nach Beendigung der Eiszeit mit der fortschreitenden Besiedelung der früher vereisten Länder durch Laubhölzer wieder weiter ausgebreitet. Die Haselwurzarten sind unter der Erdoberfläche mit langen Wurzelstöcken hinkriechende Kräuter, deren sehr kurze, aufstrebende Stengel an der Basis Schuppenblätter und dann einige wenige langgestielte, bei unserer heimischen Art (Abb. 169) nierenförmige, bei anderen Arten auch herz- bis pfeilförmige Blätter tragen. Die Blüten stehen einzeln an kurzen Stielen, zwölf Staubgefäße umgeben in zwei Kreisen den dicken, sechsnarbigen Griffel, und beide sitzen ebenso wie die regelmäßig dreilappige Blütenhülle dem sechsfächerigen, halbkugeligen Fruchtknoten auf.



Abb. 169: Gemeine Haselwurz (Asarum europaeum).

1) Teil der Pflanze mit Blüte; 2) Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 3) Staubgefäße und Griffel, vergr.; 4) Fruchtknoten im Querschnitt, vergrößert.

Unsere europäische, übrigens in Nordwestdeutschland noch fehlende Art ist eine typische Schattenpflanze mit dunkelgrünem, unterseits rotem, selbst unter Schnee ausdauerndem Laub und schmutzig braunrot gefärbten, im April oder Mai erscheinenden Blüten. Man findet sie nur stellenweise häufig, unter Gebüsch und in Laubwäldern. Der baldrianartig riechende, aber widerlich schmeckende Wurzelstock, der einen kampferartigen Stoff (Asarin) enthält, wurde früher als Brechmittel angewendet, wird jetzt aber nur noch in der Tierheilkunde benutzt. Im atlantischen Nordamerika wird die kanadische Schlangenwurz, A. canadense, in ähnlicher Weise verwendet, übrigens auch wegen ihres Geruches dem Weine zugesetzt. Die nordwestamerikanische geschwänzte Schlangenwurz, A. caudatum, findet sich nicht im Laubholz, sondern in den Kieferbeständen. Einige amerikanische Arten sowie die weißgefleckte, vermutlich japanische, scheckige Haselwurz, A. variegatum, werden wegen ihrer schönen herz-eiförmigen oder herznierenförmigen Blattformen in Deutschland kultiviert, jedoch ziemlich selten.

Die bei weitem wichtigste Gattung ist Aristolochia oder Osterluzei, die größtenteils windende, häufig holzige und daher Lianencharakter annehmende Kletterpflanzen umfaßt; indessen gibt es auch krautige Arten mit kriechendem Wurzelstock in dieser Gattung. Die Blattformen sind sehr verschieden, jedoch herrschen breite, an der Basis herzförmige Blätter entschieden vor. Charakteristisch für die Gattung ist vor allem die unregelmäßige Blütenhülle, die fast stets aus einer mehr oder weniger gekrümmten bzw. gebogenen, an der Basis bauchig aufgetriebenen Röhre besteht, die an der Spitze in eine Zunge (Abb. 170, D 1) oder in eine entweder ungeteilte (Abb. 170, B 1) oder mehr oder weniger dreispaltige

(Abb. 170, C 1) bzw. dreiteilige (Abb. 170, A 1) Platte übergeht. Die Staubgefäße sind dem dicken, an der Spitze drei-, sechs- oder viellappigen Griffel angewachsen und bilden mit ihm zusammen ein Gynostemium. Der unterständige Fruchtknoten ist mehrfächerig und entwickelt sich zu einer in Längsrissen aufspringenden Kapsel, die viele, meist dreieckige und flache, häufig mit einem schwammigen Gewebe versehene Samen enthält.



Abb. 170: Osterluzeigewächse (Aristolochiaceae).

A) Aristolochia tricaudata: 1) Blütenzweig; 2) Gynostemium. B) A. elegans: 1) und 2) Zweig mit Blüten; 3) Gynostemium; 4) Querschnitt durch Frucht; 5) Same. C) A. sipho: 1) Blüte; 2) Gynostemium; 3) Same. D) A. clematitis: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte; 3) Gynostemium; 4) Kapsel; 5) und 6) Samen; 7) Längsschnitt durch Kapsel. E) Bragantia melastomifolia: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert.

Sehr eigenartig sind die Befruchtungsverhältnisse bei dieser Gattung, die durchaus auf Fremdbestäubung, und zwar durch Insekten, angewiesen ist, da die gekrümmte Blütenröhre dem durch Wind zugeführten Pollen keinen Zugang gewährt und Selbstbefruchtung dadurch unmöglich wird, daß die Staubgefäße erst nach dem Welken der Narben zur Öffnung gelangen. Angelockt durch den meist üblen Duft der Blüten sowie durch deren scheckige, schmutzigbraune und grünlichgelbe Färbung, die an faulende Substanzen erinnert, setzen sich kleine

Fliegen auf die ausgebreitete Zunge oder Scheibe der Blütenhülle und dringen von dort in die Blütenröhre ein. Diese ist von schief nach unten stehenden, ähnlich wie eine Fischreuse wirkenden Haaren derartig besetzt, daß die Fliegen wohl hinein-, nicht aber wieder herauszukriechen vermögen. Haben sie also erst den Weg in die Röhre begonnen, so müssen sie, ob sie wollen oder nicht, weiter, bis sie in den bauchig angeschwollenen Teil gelangen, der die noch geschlossenen Staubbeutel und die empfängnisreifen Narben umhüllt. Nachdem sie mit dem von einer anderen Blüte mitgebrachten Pollen hier das Befruchtungswerk vollendet haben, vergehen die Narben, und die Staubbeutel öffnen sich und bestäuben das Insekt; gleichzeitig schrumpfen die Haare der Blütenröhre und sterben ab. Jetzt können die Insekten unbehindert heraus, um, mit dem Pollen beladen, wieder in eine andere Blüte hineinzukriechen. Gleichzeitig senkt sich die Zunge der Blüte und verschließt die Röhre gegen weiteren, nunmehr unnötig gewordenen Insektenbesuch.

Die meisten Arten dieser umfangreichen Gattung sind auf die Tropen beschränkt, jedoch leben auch nicht wenige Arten in der gemäßigten Zone, speziell im östlichen Nordamerika, in Ostasien sowie im Mittelmeergebiet.

Von den tropischen Gebieten ist Süd- und Mittelamerika das Dorado der Gattung; dort finden sich über 100 Arten, also mehr als die Hälfte sämtlicher Spezies der Gattung, darunter interessante Formen wie die elegante Osterluzei, A. elegans (Abb. 170, B), die dreischwänzige Osterluzei, A. tricaudata (Abb. 170, A), und andere, die in Deutschland in den Gewächshäusern kultiviert werden, wie z. B. A. ornithocephala, die Vogelkopfblume, die tatsächlich einem Vogelkopf mit einem Hautanhange gleicht, sowie die großblütigen Formen, die riesige Osterluzei, A. gigantea, aus Brasilien, und die großblütige Osterluzei, A. grandiflora, aus den Antillen und Zentralamerika, welch letztere eine wie bedruckter Kattun gefärbte Blüte von 30 cm Durchmesser hat. Afrika beherbergt nur wenige Arten, und zwar hauptsächlich im tropischen Westafrika, darunter freilich Goldies Osterluzei, A. Goldieana, mit der riesenhaftesten Blüte der Gattung, die eine Länge von 65 cm und eine Breite von 28 cm erreicht.

In Deutschland heimisch ist nur die gemeine Osterluzei, A. clematitis (Abb. 170, D), eine etwa einen halben Meter hohe, aufrechte Pflanze mit einfachen Stengeln, tief-herzförmigen Blättern und büschelig stehenden, verhältnismäßig kleinen gelben Blüten. Diese aus etwas südlicheren Gegenden eingeführte, an Zäunen und Weinbergen häufige, im Mai und Juni blühende Pflanze wurde früher als Arzneipflanze kultiviert und schon von Karl dem Großen zum Anbau empfohlen. Der Wurzelstock wurde als bluttreibendes Mittel bei Wöchnerinnen, Unterleibsleiden usw. verwendet, ebenso die Wurzelstöcke der im Mittelmeer vorkommenden Arten A. longa und rotunda, die schon den Völkern des Altertums zu gleichen Zwecken dienten. Daher stammt auch der lateinische Name Aristolochia (*ἄριστος* = der Beste, und *λοχεία* = die Geburt und Geburtsreinigung); der Name Osterluzei ist nichts weiter als eine Verdeutschung des lateinischen Namens. Jetzt findet die Pflanze nur noch in der Veterinärheilkunde Verwendung.

Viele Aristolochia-Arten stehen im Ruf, als Gegengift gegen den Schlangenbiß zu dienen; die in Nordamerika häufige virginische Schlangenwurz, A. serpentaria, deren Wurzelstock (Rhizoma Serpentariae) jetzt nur noch als tonisches Medikament benutzt wird, hat hiervon sogar ihren lateinischen Namen, ebenso der südamerikanische Schlangentod, A. anguicida. Von der durch ganz Mittel- und Südamerika verbreiteten wohlriechenden Osterluzei, Aristolochia odoratissima, der sogenannten Jamaika-Contrajerva, wird der Wurzelstock nicht nur als Gegengift, sondern auch als Wurmmittel verwendet. Andere Arten haben einen Ruf als Fiebermittel.

Nur als Zierpflanze dient die im Hochsommer blühende Pfeifenwinde (Tabakspfeifenblume), A. sipho (Abb. 170, C), deren braungrüne Blüten tatsächlich einem Pfeifenkopf ähneln. Diese schöne Schlingpflanze wird in Deutschland häufig an Lauben angepflanzt, die sie mit ihren großen, rundlich herznierenförmigen Blättern dicht beschattet; ihre eigentliche Heimat sind die Wälder des atlantischen Amerikas.

In den europäischen Arten hat man als wirksames Prinzip das Aristolochin gefunden, einen dem Aloin in seinen Eigenschaften verwandten Stoff. Einige Aristolochia-Arten werden auch als Betäubungsmittel beim Fischfang benutzt, und die in Deutsch-Ostafrika häufige dichtnervige Osterluzei, A. densivenia, steht im Verdacht, daß ihr Genuß bei Ziegen, Schafen und Rindvieh Vergiftungserscheinungen hervorrufe.



Schmarotzerblumengewächse (Rafflesiaceae) und Pilzblumengewächse (Hydnoraceae).

Rafflesiaceae und Hydnoraceae.

A) Pilostyles Hausknechtii:

1) Blütensprosse auf einer Tragantpflanze, 2) Blüte vergrößert, 3) dieselbe im Längsschnitt, vergrößert, 4) Frucht vergrößert.

B) Apodanthes caseariae:

1) Blütensprosse auf einem Casearia-Zweig, 2) weibliche Blüte, 3) Frucht.

C) Cytinus hypocistis:

1) Blütensprosse auf einer Cistus-Wurzel, 2) männliche Blüte im Längsschnitt, vergr., 3) weibliche Blüte im Längsschnitt, vergr.

D) Rafflesia patma auf einer Cistus-Wurzel:

1) Blüte, 2) Längsschnitt durch einen weiblichen Teil der Blüte mit kugeliger Anthere, 3) Same im Längsschnitt ohne Nährgewebe, vergr., 4) Nährgewebe des Samens, im Längsschnitt, stark vergr., 5) Saug-Zellfäden im Gewebe der Nährwurzel, vergr.

E) Hydnora madagascariensis: Habitus.

F) Prosopanche Burmeisteri:

1) Teil der Blüte mit Pollenfächern u. Staminodien, 2) Fruchtknoten im Querschnitt, vergr., 3) reifer Same im Längsschnitt, vergr.

Familie 2: **Rafflesiaceae** oder **Schmarotzerblumengewächse.**

Die sehr merkwürdige Familie der Rafflesiaceae oder Schmarotzerblumengewächse enthält ausschließlich Parasiten, die auf den Wurzeln verschiedener Pflanzen leben und eigentliche Blätter nicht haben, sondern höchstens Schuppenblätter, die als Knospenschutz dienen oder, soweit sie gefärbt sind, wohl die befruchtungsvermittelnden Insekten anlocken sollen. Im Gegensatz zu den Balanophorazeen dringen die Vertreter dieser Familie mit verzweigten Zellfäden tief in die Nährpflanze ein, durch die ganze Rinde (Taf. 31, D 5) bis zum Holzgewebe, ja zuweilen sogar in das Markparenchym; hier und da schwellen die Fäden durch Zellteilung an und bilden kleine Zellgewebsballen, welche die Grundlagen der Blütensprosse darstellen. In ihnen differenziert sich der Vegetationspunkt des Blütensprosses, der dann schließlich aus der Nährpflanze herauswächst, indem er deren Rindenschicht derart durchbricht, daß sie wie ein Kragen die junge Knospe umgibt (Taf. 31, B). Meist entwickelt jede Knospe nur eine Blüte, nur bei Cytinus (Taf. 31, C) finden sich traubige Blütenstände.

Die Blüten sind selten zwitterig, gewöhnlich getrenntgeschlechtig. Die Staubgefäße sitzen meist seitlich an einer zentralen Säule, zuweilen sind sie auch untereinander verwachsen (Taf. 31, C 2). Während die Griffel bei den Unterfamilien der Apodantheen und Zytineen normal sind und aus einer einfachen, von einer kopfigen oder lappigen Narbe gekrönten Säule bestehen, sitzen die Narben bei den Rafflesieen an einer scheibenförmigen, von griffelartigen Fortsätzen gekrönten Platte. Der Fruchtknoten ist entweder einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Plazenten, welche die Samenanlagen tragen, oder die fleischige Masse ist von zahlreichen unregelmäßigen, gewundenen Kammern durchzogen, deren Seitenflächen von den Samenanlagen bedeckt sind; die letzteren sind entweder von einer oder von zwei Hüllen (Integumenten) eingeschlossen. Die äußerst kleinen Samen (Taf. 31, D 3) enthalten in der harten Samenschale einen von einer Lage ölreicher Nährgewebszellen umgebenen ungegliederten, aus wenigen Zellen bestehenden Embryo (Taf. 31, D 4).

Die Zahl der Gattungen dieser Familie ist gering, ihre Verbreitung entweder auf ein bestimmtes Gebiet der Erde beschränkt oder weiter ausgedehnt. So bewohnen die drei Gattungen der eigentlichen Rafflesieae ausschließlich Hinterindien und den Malaiischen Archipel, von den Apodantheae bewohnt Apodanthes (Taf. 31, B) mit ihren zwei Arten Südamerika, Pilostyles dagegen außer Südamerika noch Südkalifornien und Angola, während P. Haussknechtii (Taf. 31, A) auf den Tragantsträuchern Syriens und Kurdistans vorkommt. Äußerlich stellen sich diese Gattungen als schrotkorn- bis erbsengroße Auswüchse an den Stengeln, Stämmen und Zweigen der Nährpflanzen dar.

Von den Zytineen ist Cytinus mit einer Art am Kap der Guten Hoffnung, mit der zweiten im Mittelmeergebiet, mit der dritten auf Madagaskar verbreitet; die zweite Gattung, Scytanthus, ist mit vier Arten nur in Mexiko heimisch.

Die kapländische Art von Cytinus schmarotzt auf einer Komposite (Eriocephalus), C. hypocistis (Taf. 31, C) parasitiert oft massenhaft auf den Zistrosen; selbst noch an der atlantischen Küste Südfrankreichs findet sich diese Pflanze gleichzeitig mit Cistus-Arten. Durch ihre gelb- oder karminrote Färbung belebt sie die Landschaft dort, wo sie häufig auftritt. Die schleimig-klebrigen Beeren sind süßlich und werden daher von den Kindern gegessen; in Griechenland wird die Pflanze noch heute wie ehemals als zusammenziehendes Mittel, besonders gegen Durchfall der Kinder, angewendet.

Am interessantesten von allen Gattungen der Familie ist die Gattung Rafflesia oder Riesenblume, die mit zehn Arten im Malaiischen Archipel einschließlich der Philippinen sowie in Hinterindien vorkommt.

Berühmt ist vor allem die sumatranische Riesenblume, R. Arnoldii, da sie die größte Blüte der Welt darstellt. Im Knospenzustand ähnelt sie großen Kohlköpfen von 15—18 cm Durchmesser, im geöffneten Zustande mißt sie 1 m im Durchmesser; sie hat 5 cm dicke, abstehende, ziegelrote und heller gefleckte Blumenblätter, die sich später einrollen. Das Gewicht dieser Blume beträgt nicht weniger als 10—15 Pfund. Sie verbreitet einen Geruch von faulem Fleisch und ist demgemäß auch von Fliegen bedeckt, die offenbar die Befruchtung vermitteln. Wie die übrigen Arten der Gattung wächst sie auf den Wurzeln einer wilden Weinrebe (Cissus) im feuchten Regenwalde. Sie wurde 1818 durch Arnold entdeckt und später von Teysmann durch Samen auf einer Cissus-Art des Botanischen Gartens in Buitenzorg kultiviert.

Die anderen Arten der Gattung sind kleiner, so z. B. die auf Java wachsende, Taf. 31, D abgebildete R. patma, deren Blüten einen Durchmesser von etwa $^1/_2$ m haben. Im westlichen Java wird sie ersetzt durch R. Rochussenii, die kleinste Art der Gattung, deren Blüten einen Durchmesser von nur $14^1/_2$ cm haben.

Die verwandte Gattung Sapria ist mit nur einer Art auf das obere Brahmaputratal in Assam und Brugmansia mit wenigen Arten auf die Großen Sundainseln beschränkt.

Daß die Familie früher eine weitere Verbreitung gehabt haben muß, geht aus dem zersprengten Vorkommen mancher Gattungen unzweideutig hervor. Da die Masse, welche diese Pflanzen zusammensetzt, harte und dauerhafte Teile außer den fast mikroskopischen Samen nicht enthält, so ist auch keine Aussicht, fossile Reste aufzufinden. Wohl hatte man früher bestimmte Pflanzenreste des Jura hierhergestellt, aber abgesehen davon, daß das Vorkommen einer Rafflesiazee vor der Kreidezeit an sich schon unwahrscheinlich ist, hat man sich auch durch ein näheres Studium jener Reste von der Irrtümlichkeit dieser Annahme überzeugt und stellt die Funde jetzt mit mehr Wahrscheinlichkeit in die Nähe der Zykadazeen.

Familie 3: Hydnoraceae oder Pilzblumengewächse.

Die Familie der Hydnoraceae oder Pilzblumengewächse umfaßt gleichfalls echte chlorophyllose Parasiten, deren Blüten aber nicht der Wirtspflanze unmittelbar aufsitzen, sondern aus lang hinkriechenden, runden oder kantigen, oft warzentragenden Wurzelstöcken (Taf. 31, E 1) hervorsprießen. Die namentlich in der Jugend pilzartig aussehenden Blüten sind zwitterig und dreizählig, die Blütenhülle ist eine oben in drei dicke, klappige Blumenblätter sich auflösende Röhre. Die Staubgefäße sitzen an der Innenseite der Kronröhre, sind miteinander verwachsen und bestehen aus einer großen Anzahl paralleler, linienförmiger Pollenfächer; bei Prosopanche (Taf. 31, F) sind außerdem, aber tiefer sitzend, drei fleischige Staminodien vorhanden. Der unterständige Fruchtknoten ist einfächerig und angefüllt von plattenförmigen, in drei Gruppen geteilt, Seitenplazenten, die bei Prosopanche den Fruchtknoten ganz ausfüllen (Taf. 31, E 2), bei Hydnora sackförmig von oben in den Hohlraum des Fruchtknotens herabhängen (Taf. 31, E 1). Die sehr zahlreichen geradläufigen Samenanlagen sind nur von einem Integument umhüllt und entwickeln sich zu hartschaligen Samen, die von einer fleischigen Schicht umgeben sind. Das Nährgewebe besteht aus zwei Schichten, dem Perisperm und dem Endosperm; in beiden Geweben zeichnen sich die Zellen durch stark verdickte, glashelle Zellulosewände aus. Der ungegliederte Embryo ist klein und sitzt mehreren Trägerzellen auf.

Diese früher als Unterabteilung zu den Rafflesiaceae gestellte Familie unterscheidet sich von jenen durch das Vorhandensein von Wurzelstöcken, die außerdem häufig noch eine eigenartige Anordnung der Gefäßbündel aufweisen, ferner durch die Kronröhre und den abweichenden Bau der Geschlechtsteile und der Samen.

Sie enthält nur zwei Gattungen, von denen Hydnora mit acht Arten Afrika von Abessinien bis zum Kap der Guten Hoffnung sowie außerdem die ostafrikanischen Inseln bewohnt, und zwar wachsen die Pflanzen auf den Wurzeln holziger Gewächse, besonders von Akazien

und Euphorbien. Die Blüten sind teilweise auffallend rosenrot oder orange gefärbt und haben stark gerbstoffhaltige Wurzelstöcke, die sogar zuweilen zum Gerben benutzt werden; die Hottentotten lieben den süßen, die Samen einschließenden Fruchtbrei. Die zweite Gattung Prosopanche umfaßt nur zwei Arten, von denen P. Burmeisteri auf Prosopis-Arten in den argentinischen Pampas häufig so massenhaft auftritt, daß sie zur Schweinemast benutzt wird.

Reihe 16:

Polygonales oder Knöterichartige Gewächse.

Die Reihe der Polygonales enthält nur eine einzige, aber recht große Familie, die der **Polygonaceae** oder **Knöterichgewächse**, von denen vor allem die beiden Unterfamilien Rumicoïdeae und Polygonoïdeae bekannt sind, da erstere die Rhabarber- und Ampferarten, letztere die Knöterícharten und den Buchweizen umfaßt; die dritte Unterfamilie, die Coccoloboïdeae, besteht mehr aus tropischen Gewächsen.

In der ganzen Familie sind die Blüten ziemlich unscheinbar, wirken aber immerhin durch ihre Menge oder durch ihre dichte Stellung an langen Blütenständen; bei der Gruppe der Eriogoneen sind sie sogar durch eine Art Involukrum bildende Hochblätter zu geschlosseneren Einheiten zusammengefaßt. Sie sind sehr einfach gebaut und bestehen aus einer drei- bis sechslappigen oder bis auf den Grund geteilten, im allgemeinen weißen, zuweilen grünlichen oder rosafarbenen, fast nie blauen Blütenhülle, aus wenig zahlreichen (meist sechs bis neun) Staubgefäßen, aus einem einfächerigen Fruchtknoten, der nur eine, meist aufrechte Samenanlage enthält und von gewöhnlich drei zuweilen an der Basis verwachsenen Griffeln gekrönt ist. Die Frucht ist in der Regel eine meist dreikantige, trockene Nuß, zuweilen wird sie aber von einer fleischigen Außenhülle umgeben. Das Nährgewebe ist meistens stark entwickelt und bei den Coccoloboïdeae zerklüftet, und der Embryo ist oft exzentrisch dem Nährgewebe eingebettet.

Die Bestäubung wird teils durch Wind, teils durch Insekten vermittelt; im ersteren Falle, z. B. bei Rumex, sind die Griffel häufig in zahlreiche narbentragende Äste zerteilt, im letzteren treten innerhalb der Blüten oft Nektar absondernde Drüsen oder Schuppen auf.

Weit mannigfaltiger sind aber die Verbreitungsausrüstungen der Früchte, woran oft auch die mit der Frucht mitwachsende Blütenhülle teilnimmt. Die Anpassungen bestehen in Vorrichtungen zur Ausnutzung des Windes, des Wassers, des Tiermagens und der Tierbekleidung; als Haftapparate für Felle, Federn usw. dienen Borsten, Stacheln und Haken aller Art, die entweder an der Frucht (Calligonum) oder an der Blütenhülle (Rumex) auftreten; ein Lockmittel zur Verspeisung ist das Beerenfleisch (Coccoloba), als Schwimmapparate sind die lufthaltigen, schwammigen Schwielen an den Blütenhüllzipfeln vieler Rumex-Arten (Abb. 176, B 4) anzusprechen, während die häufig auftretenden Flügelbildungen der Früchte, der Blütenhülle oder des Fruchtstieles als Luftsegel dienen; bei der Gattung Triplaris (Abb. 171, A 1) nehmen die Früchte sogar federballartige Formen an.

Die Blätter stehen in den meisten Fällen abwechselnd und sind im allgemeinen dadurch gekennzeichnet, daß sie an der Innenseite des Blattstieles gewöhnlich ein Nebenblatt (die sogenannte Ochrea) tragen, das scheidenförmig den Stengel umfaßt und sich öfters, z. B. beim Knöterich, nach oben zu tütenartig erweitert. In biologischer Beziehung bemerkenswert sind die hohlen und aufgetriebenen Zweige der Gattung Triplaris, die den Ameisen als Wohnstätten dienen und scharf umschriebene Öffnungen nahe dem oberen Ende der einzelnen

Glieder als Eingangspforten für die Ameisen aufweisen (Abb. 171, A). Im Gegensatz zu den runden, gedunsenen Stengeln dieser Gattung hat Muehlenbeckia platyclados (Abb. 171, B) merkwürdig platte, gegliederte, grüne und also Blattfunktion ausübende Stengel (Phyllodien), die ihre kleinen, nur verkümmerten Blättchen frühzeitig abwerfen, während freilich die anderen Arten dieser Gattung normale Zweige haben (Abb. 171, C).

Die meisten Arten dieser Familie sind krautig oder strauchig; baumartige Formen kommen nur bei den Coccoloboïdeae vor. Die überwiegende Mehrheit der Gattungen und Arten gehört der nördlichen Hemisphäre an, und zwar sind die meisten Gattungen auf einen einzigen Kontinent beschränkt. Besonders auffällig tritt dies bei der Gattung Eriogonum in Erscheinung, die mit ihren engeren Verwandten Chorizanthe, Oxytheca und Centrostegia im allgemeinen nur den westlichen Teil Nordamerikas, speziell Kalifornien, bewohnt, während einige Ausläufer dieser Gattungen sich nach Mexiko, ja bis nach Chile südlich erstrecken. Andere Gattungen dagegen, vor allen Rumex (Ampfer) und Polygonum (Knöterich), sind über sämtliche Kontinente verbreitet, wobei sie aber in den eigentlichen Tropen mehr auf die Gebirgsgegenden beschränkt bleiben. Die baumförmige Arten enthaltenden Gattungen, wie Coccoloba, Ruprechtia, Triplaris, sind tropisch amerikanisch, während die asiatischen und zum Teil auch die nordafrikanischen und südeuropäischen Steppen drei nahe miteinander verwandte Gattungen von Steppensträuchern, Calligonum, Atraphaxis, Pteropyrum, beherbergen, die sich durch ihre rutenförmigen Zweige, ihre kleinen oder fast fehlenden Blätter sowie die häufig auftretenden Dornen als gute Anpassungen an das trockene Klima (Xerophyten) erweisen. Merkwürdige Anpassungen an das Hochlandklima Zentralasiens bietet die Gattung Rheum (Rhabarber), während die je aus einer einzigen Art bestehenden, gleichfalls zu den Ampfergewächsen gehörenden Gattungen Koenigia (Abb. 176, D) und Oxyria (Abb. 176, C) als kleine Kräuter bis in die arktischen Gegenden der drei nordischen Kontinente hineinreichen, daneben aber auch die höheren Gebirge der Alten Welt bewohnen (Koenigia islandica von ihnen freilich nur den Himalaja).

Interessant ist auch die Verbreitung der einzigen Art der gleichfalls mit Rumex verwandten Gattung Emex, die wegen ihrer zu Stacheln auswachsenden Blütenhülle Emex spinosa genannt wurde; diese Art findet sich im Mediterrangebiet, in Südafrika und in Australien. Noch auffallender ist die Verbreitung der zu den Coccoloboïdeae zählenden Gattung Brunnichia, von deren beiden, Schlingsträucher bildenden Arten die eine nur in den Südstaaten der Union, die andere im tropischen Westafrika vorkommt, sowie der Gattung Muehlenbeckia, die sich um den südlichen Stillen Ozean bis Australien und Neuseeland einerseits, das extratropische und andine Amerika anderseits gruppiert.

Da für diese Familie deutliche fossile Reste nicht vorliegen, so läßt sich über ihre Herkunft und früheren Wanderungen nichts Sicheres angeben. Die große Mannigfaltigkeit zwar nicht der Blütenverhältnisse an sich, wohl aber des Wuchses und der sonstigen Anpassungen, deutet auf ein ziemlich bedeutendes Alter der Familie hin, die sich schon zu einer Zeit, als die nordischen Kontinente während der späteren Tertiärzeit noch im regen Pflanzenaustausch standen, über die nördliche Zone verbreitet haben muß. Die spätere Wanderung mancher Gattungen längs der Anden sowie die endemische Ausbildung von Gattungen oder Gattungsgruppen ist ebenso leicht verständlich wie das Auftreten nordischer Arten in südlichen Gebirgen.

Bei der Verbreitung mancher Arten auf isolierten tropischen Gebirgen muß man ebenso wie bei der obenerwähnten Verbreitung von Emex oder bei dem Vorkommen nördlicher Ampfer- und Knötericharten auf der südlichen Hemisphäre Verschleppung durch Tiere und

Menschen annehmen. In der Tat gehören ja gerade Arten dieser beiden Gattungen auch in Deutschland zu den gewöhnlichsten, dem Menschen überall folgenden Unkräutern, es sei nur auf den auf allen Wegen vorkommenden **Vogelknöterich**, Polygonum aviculare (Abb. 172, C), sowie auf den fast alle Sennhütten umgebenden **Alpenampfer**, Rumex alpinus, hingewiesen.

Die Gattung Muehlenbeckia zeigt durch ihre Zersplitterung in Polynesien, Australien und Südamerika, daß sie ein uralter Typus der Familie ist, der sich, vermutlich von



Abb. 171: **Knöterichgewächse** (Polygonaceae) I.

A) Triplaris boliviana: 1) Von Ameisen bewohnter Zweig mit Fruchtständen; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) weibliche Blüte, vergr.; 4) Querschnitt durch die Frucht, vergrößert. B) Muehlenbeckia platyclados: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) zwitterige Blüte, vergrößert. C) Muehlenbeckia varians: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) weibliche Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert. D) Coccoloba uvifera: 1) Fruchtzweig; 2) Frucht in der fleischigen Fruchthülle; 3) Querschnitt durch die Frucht, vergr. E) Antigonon leptopus: 1) Zweig mit Blüten und jungen Früchten; 2) Frucht mit zu Flügeln auswachsenden Blütenhüllblättern, vergrößert; 3) Fruchtknoten, vergrößert.

Südamerika, wo die verwandten Gattungen Coccoloba, Antigonon usw. ausschließlich vorkommen, über die Antarktis nach Australien, Neuseeland und Polynesien zu einer Zeit verbreitet hat, wo noch die Landbrücken dorthin bestanden.

Die Familie enthält eine ganze Reihe für den Menschen interessanter oder nützlicher Pflanzen. Als Zierpflanze wird in den Tropen einerseits wegen ihrer merkwürdigen platten Äste die schon besprochene Muehlenbeckia platyclados (Abb. 171, B) kultiviert, anderseits, als reizende Laubenbekleidung, das zierlich rankende, rosablütige, aus Mexiko stammende

Antigonon leptopus (Abb. 171, E). Von Arten der Gattung Coccoloba werden die fleischigen Früchte gegessen, z. B. von der in der Küstenregion des tropischen Amerikas weit verbreiteten **Meertraube** oder **Seetraube**, C. uvifera (Abb. 171, D), einem bis 9 m hohen Baum, dessen Rinde eine Art Farbgerbstoff enthält, der früher als westindisches Kino in den Handel kam. Andere Arten der Gattung bilden wegen ihrer riesigen Blätter einen Schmuck unserer Gewächshäuser.



Abb. 172: Knöterichgewächse (Polygonaceae) II.

A) Polygonum bistorta: 1) Stengel mit Blütenstand; 2) grundständiges Blatt; 3) Blüte, vergrößert; 4) Fruchtknoten, vergrößert; 5) Querschnitt durch die Frucht, vergrößert; 6) Längsschnitt durch die Frucht, vergrößert. B) P. viviparum: 1) Stengel mit Blütenstand; 2) Blüte, vergr.; 3) Frucht, vergr.; 4) Blütenstandsknolle, vergr.; 5) dieselbe im Längsschnitt, vergr. C) P. aviculare: 1) Stengel mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten, vergr.; 4) Frucht, vergrößert.

Weit wichtiger ist die etwa 50 Arten umfassende Gattung Polygonum oder **Knöterich**, die auch in Deutschland in zahlreichen Arten vorkommt.

Eins der gemeinsten Unkräuter an den Wegen, auf Äckern und Triften ist der am Boden hinkriechende, kleinblätterige **Vogelknöterich**, P. aviculare (Abb. 172, C), dessen Blüten im Gegensatz zu den meisten anderen deutschen Arten nicht in Ähren, sondern in den Blattwinkeln stehen; der Genuß dieser Pflanze bewirkt bei Kühen eine Blaufärbung der Milch. An wüsten Plätzen, Gräben und Äckern findet sich der **gemeine** oder **pfirsichblätterige Knöterich**, auch **Flohkraut** genannt, P. persicaria, sowie der **ampferblätterige** oder **Ackerknöterich**, P. lapathifolium, die sich beide durch gedrungene Ähren und meist rote Stengel kennzeichnen. Der erstere hat rauhhaarige, langbewimperte Tuten sowie kahle Blütenstiele und Blütenhüllen, der letztere kahle oder nur etwas wollige, kurzbewimperte Tuten sowie drüsige Blütenhüllen und Blütenstiele. An feuchten Orten, Gräben, Uferrändern usw. finden sich drei Arten mit lockerblütigen Ähren, der brennend-scharf schmeckende **Wasserpfeffer**, P. hydropiper, mit kahlen Tuten, der **milde Knöterich**, P. mite, mit rauhhaarigen Tuten, und der niedrigere **kleine Knöterich**, P. minus, mit angedrückt-behaarten Tuten. In das Wasser hinein geht der **ortswechselnde Knöterich**, P. amphibium, dessen Landform schmale, kurzgestielte und steifbehaarte Blätter hat, während die breiteren Blätter der Wasserform kahl sind und auf langem Stiel auf dem Wasser schwimmen.

Während den bisher genannten Arten verzweigte Stengel eigen sind, haben der **Wiesenknöterich** oder die **Natterwurz**, P. bistorta, und der **spitzkeimende Knöterich**, P. viviparum, einfache Stengel. Jener (Abb. 172, A) bildet mit den dichten Ähren rötlichweißer Blüten im Juni und Juli einen schönen Schmuck der Auenwiesen und wird als Viehfutter sowie als Honiglieferant für die Bienen geschätzt. Früher war sein Wurzelstock, die sogenannte **Natterwurzel**, als tonisch adstringierendes Mittel offizinell und galt wegen seiner schlangenartigen Krümmung als Mittel gegen den Biß von Kreuzottern; in der Tierheilkunde wird er für Pferde als Kropfpulver noch heute benutzt. P. viviparum (Abb. 172, B) ist eins



Abb. 173: Knöterich (Polygonum).

A) Polygonum tinctorium: 1) Stengel mit Blütenständen; 2) Fruchtknoten mit Griffel, vergrößert; 3) Blüten, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Frucht im Längsschnitt, vergrößert. B) P. convolvulus: 1) Blühender Zweig; 2) Blüten, vergrößert; 3) Frucht in der Fruchthülle, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Querschnitt durch die Frucht, vergrößert. C) P. cuspidatum: 1) Stengel mit Blütenständen; 2) Blüte, vergrößert; 3) Staubgefäße und Fruchtknoten, vergrößert; 4) Frucht in der Fruchthülle, vergrößert; 5) Querschnitt durch die Frucht, vergrößert.

der gemeinsten Kräuter der Alpenmatten, aber gleichzeitig im hohen Norden zirkumpolar verbreitet; es ist durch holzige Wurzelstöcke und das Vorhandensein von Brutknospen (Abb. 172, B 4 und 5) an der Basis des Blütenstandes gekennzeichnet. Durch fast dreieckige, herz-pfeilförmige Blätter sind zwei windende Arten charakterisiert, der **Windenknöterich**, P. convolvulus (Abb. 173, B), und der **Heckenknöterich**, P. dumetorum, ersterer kleiner und mehr auf Äckern, letzterer größer und mehr in Hecken zu finden. Ersterer hat gekielte, letzterer häutig geflügelte Kelchzipfel, beide haben büschelig in den Blattwinkeln stehende Blüten.

Eine Reihe Knöterricharten werden in Deutschland als Zierpflanzen gezogen, am meisten der **orientalische Knöterich**, P. orientale, eine $^1/_2$—3 m hohe Pflanze mit walzlichen, dicht von verhältnismäßig großen, purpurnen Blüten bedeckten Ähren. Sehr empfohlen wird auch der **Alpenknöterich**, P. alpinum,

eine $1\frac{1}{2}$ m hohe Zierstaude mit schmalen, weidenartigen, hellgrünen Blättern und angenehm duftenden, reinweißen Blütenständen. Zur Bedeckung von Böschungen sowie zur Bekleidung von Wänden und Lauben wird das weißblütige P. clinoïde benutzt, eine Art, die bis 4 m hoch hinaufrankt und hübsche hellgrüne Blätter und rote Zweige hat. Weniger verbreitet ist das demselben Zweck dienende hellrosa blühende P. baldschuanicum, ein sehr kräftig wachsendes holziges Schlinggewächs. Als Schnittpflanze wird neuerdings P. amplexicaule oxyphyllum empfohlen, ein $1\frac{1}{2}$ m hoher Knöterich, der im Herbst schneeweiß blüht.

Auch einige ausdauernde großblätterige Knöterichararten, der japanische Knöterich, P. cuspidatum (Abb. 173, C), ferner P. Sieboldi sowie der noch höhere und größerblätterige Sachalin- oder Riesenknöterich, P. sachalinense (Abb. 174), werden jetzt häufig als Gartengebüsch, speziell als Deckpflanzen,



Abb. 174: Riesenknöterich (Polygonum sachalinense), kultiviert. Nach Photographie.

kultiviert, obgleich sie durch die weithin kriechenden Wurzelstöcke oft lästig werden; schon im zweiten Jahre bilden diese Pflanzen 2—3 m hohe Büsche. Von dem japanischen Knöterich werden die säuerlichen Schößlinge in Japan gern gegessen. In den 1840er Jahren begann man ihn auf Empfehlung v. Siebolds auch als Futterpflanze zu kultivieren, er hat sich aber hierfür ebensowenig bewährt wie der in den 1890er Jahren zum gleichen Zweck angebaute Sachalinknöterich.

Viel wichtiger ist der Färberknöterich, P. tinctorium (Abb. 173, A), der noch immer in Ostasien in Feldkultur als Farbpflanze gebaut wird. Er liefert den chinesischen Indigo, der früher die im Osten hauptsächlich gebrauchte blaue Farbe gewesen ist; später ging die Kultur infolge der Konkurrenz des echten Indigo etwas zurück und dürfte wohl in naher Zukunft dem synthetisch hergestellten Indigo völlig erliegen.

Dem Knöterich sehr nahe steht die Gattung Fagopyrum oder Buchweizen, die sich besonders durch die breiten, gefalteten Keimblätter von Polygonum unterscheidet, aber häufig dieser Gattung beigezählt wird. Die Gattung enthält nur zwei Arten, den gemeinen Buchweizen, F. esculentum (Abb. 175, A), und den tatarischen Buchweizen,

F. tataricum (Abb. 175, B). Während die Nüsse des ersteren dreikantig sind wie die Buchecken, daher der Name **Buchweizen**, sind die Kanten der Nüsse des letzteren ausgeschweift-gezähnt. Jener hat weiße oder rosenrote, dieser grüne Blüten.

Der **gemeine Buchweizen** stammt aus dem nördlichen Ostasien, wo er im Amurgebiet, in der Mandschurei und am Baikalsee wild vorkommt. Er gelangte erst spät nach Europa, wird im 15. Jahrhundert zuerst erwähnt, verbreitete sich dann im 16. Jahrhundert schnell und hat sich speziell in den Heidegegenden eingebürgert; daher der Name **Heidekorn**. In den sandigen Gegenden Nordwestdeutschlands gedeiht er am besten, obgleich er auch dort oft fehlschlägt. Der **tatarische Buchweizen**, der ein weniger gutes Mehl liefert, wurde als Kulturpflanze erst im 18. Jahrhundert aus Sibirien nach Europa gebracht, hat sich aber nur in nördlicheren oder höheren Gegenden, wo der gemeine Buchweizen nicht mehr gedeiht, als solche eingebürgert; in Deutschland findet er sich meist nur als Unkraut auf Äckern, allein oder mit der vorigen Art zusammen in Buchweizenfeldern. Das Mehl des Buchweizens wird meist nur als Grütze gegessen (Buchweizen- oder Heidegrütze) und ist besonders zusammen mit Milch und Zucker eine recht wohlschmeckende Speise. Das Kraut wird auch als Grünfutter oder zur Gründüngung verwendet, jedoch zieht man im allgemeinen sandige Böden ertragende Leguminosen, wie Serradella (Ornithopus sativus) und Lupinen, vor.



Abb. 175: Buchweizen (Fagopyrum).

A) Fagopyrum esculentum: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüten, vergr.; 3) Staubgefäß, vergr.; 4) Frucht mit Hülle, vergr.; 5) Frucht im Querschnitt, vergr. | B) F. tataricum: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüten, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Frucht im Querschnitt, vergrößert.

Die Gattung Rumex oder **Ampfer** ist zwar nicht ganz so artenreich wie Polygonum, umfaßt aber immerhin etwa 120 Arten, darunter allein 19 in Deutschland. Die meisten Arten sind Kräuter, die anderen Halbsträucher, nur wenige bewohnen die Tropen oder die südliche Hemisphäre.

Die deutschen Arten wachsen größtenteils auf feuchtem Boden oder auf Wiesen, einige auch auf Äckern oder Schuttplätzen (z. B. R. pulcher), Sandfeldern, trockenen Hügeln und Triften (R. acetosella) oder

gar an steinigen Orten und alten Mauern (R. scutatus); nur einzelne Arten vertragen den Schatten von Gebüschen und Wäldern (z. B. R. sanguineus und obtusifolius). Die meisten Arten haben mehr oder weniger zwitterige Blüten, während nur einige, als Sektion Acetosella zusammengefaßte Arten



Abb. 176: Ampfer (Rumex) und Nierenampfer (Oxyria).

A) Rumex acetosa: 1) Zweig mit Blüten und Früchten; 2) Blatt; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) u. 5) weibliche Blüten, vergrößert; 6) Frucht mit Hülle, vergrößert; 7) Frucht, vergrößert; 8) Frucht im Querschnitt, vergrößert; 9) Same, vergrößert. B) R. patientia: 1) Zweig mit Blüten; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) weibliche Blüte, vergr.; 4) Frucht mit Hülle, vergr.; 5) Fruchtknoten mit Griffel, vergr.; 6) Frucht, vergr. C) Oxyria reniformis: 1) Pflanze mit Blüten und Früchten; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) weibliche Blüte, vergr.; 4) Frucht mit Hülle, vergr.

ausgesprochen zweihäusige Blüten haben, und diese zeichnen sich gleichzeitig durch spieß- oder pfeilförmige Blätter aus. Zu dieser Gruppe gehört der schon erwähnte, durch rundlich-herzförmige Blätter charakterisierte schildblätterige Ampfer, R. scutatus, der bisweilen als Sauerampfer angebaut wird, wild dagegen in Deutschland nur in den südlichen Staaten und im Rheinland auftritt; ferner der

aronblätterige oder Bergampfer, R. arifolius oder montanus, mit fünf- bis siebennervigen, spießpfeilförmigen Blättern, eigentlich eine Pflanze der Hochgebirge, wie der Alpen, des Kaukasus und des Altai, die sich aber auch auf den Wiesen der höheren Mittelgebirge, wie Schwarzwald, Brocken, Thüringer Wald, Riesengebirge, findet bzw. von einer kühleren Zeit her gehalten hat. Vor allem aber gehören zu dieser Gruppe zwei fast über die ganze Erde verbreitete Arten: erstens der große Ampfer, R. acetosa, auch



Abb. 177: Wasserampfer (Rumex aquaticus). Nach Photographie.

schlankweg Sauerampfer genannt (Abb. 176, A), ein sehr gemeines Unkraut der Wiesen und Grasplätze mit spießförmigen Blättern, das ebenso wie R. scutatus häufig als Gewürz für Saucen und Suppen oder als Salat verwendet wird; zweitens der sehr ähnliche, aber weit kleinere und speziell an trockenen Standorten massenhaft auftretende und dort oft den ganzen Boden bedeckende kleine oder Feldampfer, R. acetosella, der flachwurzelnden Holzpflanzen schädlich werden kann, und der ebenso wie R. acetosa und scutatus zur Herstellung von Sauerkleesalz benutzt wird.

Von den übrigen als Sektion Lapathum zusammengefaßten Arten tragen die meisten Schwielen an den inneren Hüllblättern der Frucht, und zwar entweder an allen drei oder immer nur an einem von ihnen (Abb. 176, B 4). Einige sind schon bis zur südlichen Hemisphäre vorgedrungen, wie der geknäuelte

Ampfer, R. conglomeratus, der Hainampfer, R. sanguineus, der häufig blutrote Stengel und Blattadern hat, der stumpfblätterige Ampfer, R. obtusifolius, der schöne Ampfer, R. pulcher, und vor allem der krausblätterige Ampfer, R. crispus, lauter bei uns an Wegen, Gräben und Hecken häufige, meist bis einen Meter hohe Formen. Die eigentlichen Uferformen, wie R. aquaticus (Abb. 177), paluster, maritimus, hydrolapathum und der bis 3 m hohe Riesenampfer, R. maximus, sind dagegen bisher auf die nördliche Hemisphäre beschränkt geblieben, ebenso der Wiesenampfer, R. pratensis. Der Alpenampfer, R. alpinus, findet sich auf den meisten höheren Gebirgen Europas, von Lappland bis Kalabrien, in Deutschland außer in den Alpen noch in den Vogesen, im Schwarzwald und im Riesengebirge, und zwar mit Vorliebe in der Umgebung der Sennhütten. Ökonomisch von der größten Bedeutung ist der in Deutschland wohl nur verwilderte, aber überall als Küchengewächs gebaute Gartenampfer, auch Gemüseampfer oder englischer Spinat genannt, R. patientia (Abb. 176, B), der schon den Alten bekannt war und von Plinius und Theophrast erwähnt wird.

Die medizinische Bedeutung der Ampferarten ist jetzt gering. Früher wurden die Wurzeln mehrerer Arten gegen Hautausschläge benutzt, daher der Name Grindwurz, und noch heutigestages dient die Wurzel des Alpenampfers, wie früher auch diejenige des Gartenampfers, als Surrogat des Rhabarbers unter dem Namen Radix rhabarbari monachorum oder Mönchsrhabarber.

Die schon oben erwähnte monotype Gattung Oxyria oder Nierenampfer, die sich im wesentlichen nur durch die Zweizahl der Blütenteile von Rumex unterscheidet, bewohnt mit ihrer einzigen Art, O. reniformis (Abb. 176, C), die höheren Gebirge Europas und Asiens sowie die nordischen Gebiete der drei nördlichen Kontinente.

Von großer ökonomischer Bedeutung ist die Gattung Rheum oder Rhabarber, die in etwa 20 Arten das zentrale Asien bewohnt, und zwar mit den Grenzen Südrußland und Sibirien im Norden, Westchina im Osten, Himalaja im Süden und Palästina im Westen. Es sind außerordentlich stattliche, großblätterige, ausdauernde Kräuter mit gedrungenen, rübenförmigen Grundachsen und riesigen verzweigten Blütenständen, deren einzelne dicht ährenförmig gedrängt stehende Blüten neun Staubgefäße haben, gegen sechs der Gattung Rumex. Die Blätter sind entweder rundlich und meist etwas wellig, wie bei dem als Küchengewächs gebauten R. rhaponticum (Abb. 178, B) und anderen Arten, bzw. eiförmig, wie bei R. emodi, einer purpurblütigen Form vom Himalaja, oder sie sind mehr oder weniger tief zerschlitzt oder gespalten, wie bei dem gebräuchlichen Rhabarber, R. officinale, bzw. noch tiefer eingeschnitten bei dem echten Rhabarber, R. palmatum (Abb. 178, A).

In China war der echte Rhabarber schon in den ältesten Zeiten bekannt: in Nachrichten aus der Zeit um 2700 v. Chr. werden Namen erwähnt, die sich auf zwei verschiedene Sorten dieser Droge beziehen sollen. Auch die griechischen Ärzte des Altertums wußten von einer als Rhabarber gedeuteten Wurzel Rha, die benannt war nach dem gleichnamigen Flusse (Wolga). Plinius kannte eine Wurzel Rhacoma, die vom Pontus herkam und daher auch Rha ponticum genannt wurde, während eine durch die Indusländer und das Rote Meer eingeführte Droge später als Rha barbarum bezeichnet wurde. Es läßt sich natürlich nicht entscheiden, welche Arten die Lieferanten des Rha ponticum des Altertums und des Rha barbarum des Mittelalters waren; vielleicht waren es R. leucorhizum von der Kirgisensteppe und R. australe vom Himalaja. In der Neuzeit dagegen wurde der Rhabarber auf nördlichen Wegen bezogen und kam spätestens zu Anfang des 16. Jahrhunderts über Moskau nach Europa. Das war die Zeit des sogenannten moskowitischen oder Kronrhabarbers, der von dem chinesischen Gebirgslande von Tangut über Kiachta nach Rußland importiert wurde und seit 1804 lange Zeit ein russisches Regierungsmonopol bildete. Nach der Eröffnung der chinesischen Seeschiffahrt gelangte der chinesische Rhabarber jedoch immer mehr auf dem Flußwege nach den großen chinesischen Hafenplätzen, und zwar kommt jetzt der Rhabarber von den 3—4000 m hohen Gebirgen zwischen den Provinzen Shansi und Sz'tschwan meist nach Kanton, der tibetanische und seit der Taipingrevolution auch der tangutische Rhabarber geht dagegen den Jangtsekiang hinunter nach Hankau. Man hat früher den Kantonrhabarber von R. officinale (Abb. 179), den tangutischen von R. palmatum var. tanguticum abgeleitet, jetzt betrachtet man diese letztere Art als die Stammpflanze beider Sorten (Abb. 178, A). Die Begrenzung der einzelnen Arten ist aber überaus schwierig, da äußerlich recht verschiedene Formen miteinander fruchtbare Bastarde bilden.

Der größte Teil des Rhabarbers des Handels stammt von wilden Pflanzen, doch wird in Tibet die Pflanze in einzelnen Gegenden auch kultiviert: selbst in Deutschland hat man versuchsweise Rhabarber kultiviert, der eine dem echten an Güte kaum nachstehende Droge geliefert hat.



Abb. 178: Rhabarber (Rheum), Wollampfer (Eriogonum) und Koenigie (Koenigia).

A) Rheum palmatum: 1) Ganze Pflanze, stark verkleinert; 2) Blütenknospe, vergrößert; 3) zwitterige Blüte, vergrößert; 4) männliche Blüte, vergrößert; 5) Frucht mit Hülle, vergrößert; 6) Frucht im Querschnitt, vergrößert; 7) Keimling, vergrößert. B) R. rhaponticum: 1) Blatt, stark verkleinert; 2) Grund des Blattstieles. C) Eriogonum umbellatum: 1) Ganze Pflanze; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Frucht im Querschnitt, vergrößert; 6) Keimling, vergrößert. D) Koenigia islandica: 1) Ganze Pflanze; 2) männliche Blüte, vergr.; 3) weibliche Blüte, vergr.; 4) Same, vergrößert.

Die Ernte ist sehr einfach: man gräbt die Wurzeln der vier- bis sechsjährigen Pflanzen aus, schält sie und hängt die durchbohrten Stücke an Fäden oder Stricken auf, um sie an der Sonne oder schließlich über dem Herdfeuer zu trocknen. Die trockenen Stücke sind außen gelb, von gelben oder braunroten Adern durchzogen und leicht von Gewicht; sie schmecken widerlich bitter und etwas zusammenziehend. Die gelbe

Farbe rührt von der Chrysophansäure her, einem Stoff, der sich auch in der gelben Wandflechte (s. S. 205) findet. Am meisten wird der Rhabarber in Form von Pulvern, Pillen, Pastillen, Tinkturen und Extrakten bei Magenverstimmungen angewendet, einerseits in kleinen Gaben als tonisches, anregendes Mittel, anderseits in größeren Quantitäten als leichtes Abführungsmittel.



Abb. 179: Gebräuchlicher Rhabarber (Rheum officinale), kultiviert. Nach Photographie von J. Veitch and Sons in London.

Von zunehmender Bedeutung ist der Anbau des pontischen Rhabarbers, R. rhaponticum (Abb. 178, B), der aber nicht am Schwarzen Meer, sondern in Dahurien und im Altaigebirge heimisch ist. Man hielt die im 16. Jahrhundert in Europa bekanntgewordene Wurzel dieser Pflanze längere Zeit für den echten Rhabarber, und von den in Westchina wachsenden Formen dieser Art soll auch noch minderwertiger Rhabarber in den Handel gelangen. In Deutschland wird diese Art aber lediglich als Küchengewächs gepflanzt, und zwar dienen vor allem die geschälten Blattstiele und dickeren Blattrippen als Kompott oder zu Suppen, auch werden die jungen Blütenstände als eine Art Blumenkohl gegessen.

Als Zierpflanzen werden außer den angeführten Arten noch andere kultiviert, so das vorderasiatische R. ribes mit fast lederartigen, rundlichen Blättern, ferner drei Arten vom Himalaja, R. emodi mit großen, herz-eiförmigen, spiciforme mit rundlich-eiförmigen, nobile mit lang-eiförmigen Blättern und großen, die Blütenäste verdeckenden gelben Hüllblättern, endlich R. Collinsianum mit großen, eingeschnittenen Blättern, ein Bastard zwischen R. palmatum und emodi.

Von der schon oben erwähnten, im westlichen Nordamerika überaus zahlreich vertretenen, 120 Arten umfassenden Gattung Eriogonum oder Wollampfer (Abb. 178, C)

werden einzelne Arten als Zierpflanzen in Gärten kultiviert, z. B. E. flavum. Andere liefern den Farmern in ihren rübenförmigen Wurzeln einen Ersatz für Rhabarber, zu welchem Zwecke übrigens auch eine Ampferart, Rumex abyssinicus, in Abessinien verwendet werden soll. Auch einige Arten der größtenteils die zentralasiatischen Steppen bewohnenden Gattung Atraphaxis oder Bocksknöterich werden als niedrige, stark verästelte, oft auch dornige winterharte Sträucher zur Anpflanzung empfohlen.

Reihe 17:

Centrospermae oder Zentralsamige Gewächse.

Die Reihe der Centrospermae bildet mit der vorigen, der der Polygonales, zusammen die Unterabteilung der Heterochlamydeae, d. h. derjenigen Archichlamydeae, die zwar im allgemeinen eine einfache Blütenhülle aufweisen, bei denen sich aber doch schon einzelne Familien mit in Kelch und Blumenkrone differenzierter Blütenhülle finden. Nicht weniger als neun Familien rechnet man zu dieser Reihe, darunter mehrere sehr formenreiche. Wenngleich in einzelnen Familien auch baumförmige Gattungen oder Arten auftreten, überwiegen doch die krautigen und strauchigen Formen in sämtlichen Familien bei weitem, und auch bei den Bäumen z. B. der Gattungen Pisonia und Phytolacca merkt man es schon an dem anatomischen Bau des Holzes, daß sie baumförmige Entwickelungen niedriger Gewächse sind; wirkliche Waldbäume mit festem Holz gibt es in dieser Reihe kaum.

Von den Polygonales unterscheiden sich die Centrospermae besonders durch das Fehlen der Blattscheiden (ochreae) sowie durch die krummläufigen (kampylotropen) oder spiralig eingerollten Samenanlagen (Abb. 181, B 6; Abb. 182, B 6), die bewirken, daß man beim Durchschneiden eines Samens häufig zwei Durchschnitte des Keimlinges gleichzeitig erhält (z. B. Abb. 181, A 8, B 5). Der oberständige Fruchtknoten ist meist nur einfächerig mit einer einzigen grundständigen oder vielen, an einer Mittelsäule befestigten Samenanlagen. Die wichtigsten Familien dieser Reihe sind die Chenopodiaceae, die Amarantaceae, die Aizoaceae und vor allem die Caryophyllaceae, außerdem umfaßt sie noch die Nyctaginaceae, die Phytolaccaceae, die Portulacaceae und die Basellaceae, die von geringerer Bedeutung sind, sowie die unwichtige kleine Familie der Cynocrambaceae.

Familie 1: **Chenopodiaceae** oder **Gänsefußgewächse.**

Die Familie der Chenopodiaceae oder Gänsefußgewächse umfaßt 70 Gattungen mit über 500 meist krautigen Gewächsen, die großenteils xerophytischen Charakter aufweisen, Anpassungen der Pflanzenwelt an salzhaltige Böden darstellen und daher als Salzpflanzen, Halophyten, bezeichnet werden. Sie beschränken sich meist auf den Meeresstrand (Salicornia), ausgetrocknete oder austrocknende Seebecken, die Nähe von Salinen und die viele Salze enthaltenden Schutthaufen in der Umgebung menschlicher Wohnungen. Wie es ausgetrocknete Seebecken auf allen Kontinenten gibt, so gibt es auch überall Chenopodiazeen, aber jeder Kontinent hat im allgemeinen seine eigenen Gattungen, mit der Ausnahme, daß manche asiatischen Gattungen oft auch nach Europa und Nordafrika übergreifen, und daß einige Gattungen, wie Salsola, Suaeda, Salicornia, Kochia, Bassia, Atriplex und Chenopodium, eine weite Verbreitung haben, was durch die maritimen Eigenschaften der meisten von ihnen, bei den letzten beiden gleichzeitig auch durch die Vorliebe vieler Arten für die Umgebung des Menschen verständlich wird. Man nimmt zwar an, daß die ausgetrockneten

Meeresflächen im Inneren der jetzigen Kontinente neueren Datums sind, aber der Schluß, daß demnach auch die Differenzierung der Chenopodiazeen eine neue Umwandlung sei, ist ungerechtfertigt, denn es haben ja auch in früheren Perioden Hebungen und langsame Austrocknungen von Meeresflächen stattgefunden, wie die vielen Salzablagerungen in älteren Schichten beweisen; auch stand den Ahnen der Familie in der frühen Tertiärzeit ein wohl noch mannigfaltigerer Meeresstrand zur Verfügung als jetzt. Dazu kommt, daß neuere Differenzierungen wohl nicht so viele kleine und gut charakterisierte Gattungen geschaffen haben würden, wie tatsächlich existieren; man würde im Falle neuerer Entwickelung viel mehr lokale Ausgestaltungen einzelner Meeresstrandtypen der verschiedenen Kontinente erwarten dürfen. Auch die Struktur der Blüten usw. deutet mehr auf alte als auf neue Bildungen hin, womit aber nicht bestritten werden soll, daß manche Gattungen, z. B. besonders Chenopodium und Atriplex, sich noch heute in einer regen Entwickelungstätigkeit befinden.

Charakteristisch ist der xerophytische, d. h. an Trockenheit angepaßte Charakter der meisten Arten dieser Familie, der zwar oft in der Steppennatur des Wohngebietes der Pflanzen seine Erklärung findet, aber auch bei solchen Arten in Erscheinung tritt, die auf feuchten Seewiesen oder sogar teilweise im Salzwasser vorkommen. Man nimmt an, daß es sich um eine Schutzmaßregel handelt, um durch Verminderung der Verdunstung auch die Aufnahme des salzigen Wassers zu beschränken, damit der Zellsaft nicht zu konzentriert salzig werde, was einerseits die Stärkebildung, anderseits die Wasserversorgung der Pflanze beeinträchtigen würde.

Entsprechend diesem xerophytischen Charakter sind die Blätter meist klein, gewöhnlich von spießförmiger Gestalt. Zuweilen sind sie zu Schuppen reduziert (Halocnemum, Arthrocnemum) oder fehlen sogar scheinbar (Salicornia), indem sie den Stengel völlig einschließen und nur durch die Gliederung zu erkennen sind. Häufig sind die Blätter durch starke Ausbildung des Wassergewebes aufgedunsen und saftig (Suaeda), walzig oder pfriemlich, zuweilen bilden sie Stacheln oder enden in solchen (Salsola kali) oder stellen sogar stengelumgebende Scheiben dar (Halopeplis). Manchmal sind die Blätter mehr oder weniger behaart, und zwar kommen neben einfachen Haaren auch Sternhaare vor.

Besonders charakteristisch sind aber die häufig auftretenden Blasenhaare, die, von Feuchtigkeit benetzt, pralle, gestielte Wasserzellen darstellen, die der Oberfläche ein glasiges Aussehen verleihen, beim Eintrocknen dagegen zusammenschrumpfen und entweder miteinander verkleben und so eine Schutzhülle gegen Verdunstung bilden oder von ihren Stielen abbrechen und als sogenanntes Mehl die Blätter und Stengel locker bedecken.

Auffallend ist auch der eigenartige Bau des Holzes dieser Familie. Der Durchschnitt zeigt nicht ein einheitliches Holzgewebe, das außen von einem Rindenring umgeben ist, sondern es finden sich vielmehr eine Menge aus Holz und Rindenteil bestehende dünne Stränge fast regellos oder zu unregelmäßigen, konzentrischen Ringen angeordnet in ein Zwischengewebe eingebettet, welch letzteres meist aus mechanischen Zellen besteht, die regellos oder reihenweise angeordnet sind. Diese merkwürdige Holzbildung erklärt sich dadurch, daß das ursprüngliche Kambium bald aufhört, Holz (Hadrom) und Rinde (Leptom) hervorzubringen, dafür aber frühzeitig ein zweiter Kambiumring auftritt, der die späteren Stränge nebst dem Zwischengewebe andauernd zu bilden fortfährt.

Die Blüten stehen meist in Knäueln, Trugdolden oder kleinen Trauben in den Blattachseln; neben Zwitterblüten sind auch getrenntgeschlechtige Blüten häufig. Den weiblichen Blüten fehlt die Blütenhülle zuweilen, und auch sonst sind die Blütenhüllblätter wenig zahlreich und unscheinbar grünlich, weißlich oder gelblich. Sie bleiben meist auch nach der

Blütezeit stehen und werden, mitwachsend, bei der Fruchtreife fleischig oder hart, in welch letzterem Falle sie oft durch Ausbildung von Flügeln und Dornen bei der Verbreitung der Früchte durch Wind oder Tiere behilflich sind. Staubblätter sind nur in geringer Zahl vorhanden, höchstens so viele wie Blumenhüllblätter, und zwar stehen sie diesen gegenüber. Trotz der Unscheinbarkeit der Blüten ist in der Regel doch wohl Insektenbestäubung anzunehmen. Der oberständige einfächerige, von gewöhnlich zwei Narben gekrönte Fruchtknoten enthält nur eine grundständige krummläufige Samenanlage. Die Früchte öffnen sich meist nicht, zuweilen aber springen sie mit einem Deckel auf, manchmal freilich erst bei der Keimung. Die Samen sind in der Regel klein, linsen- oder nierenförmig, außen glatt oder granuliert.

In Deutschland ist die Familie durch zehn Gattungen vertreten, deren Repräsentanten aber meist nur die letzten Ausläufer mediterraner oder orientalischer Formengruppen sind. Nur die beiden Gattungen Chenopodium, Gänsefuß, und Atriplex, Melde, wachsen bei uns in zahlreichen Arten, aber auch bei ihnen zeigt das im wesentlichen ruderale Auftreten, d. h. das Vorkommen auf Schutthaufen und Wegen, daß es sich wohl um Eindringlinge handelt, welche dem menschlichen Verkehr gefolgt sind. Während die Gänsefußarten meist zwitterige Blüten haben, zeichnen sich die Melden durch eingeschlechtige Blüten aus, und zwar entbehren die weiblichen Blüten gewöhnlich der Blütenhülle.

Die Gattung Chenopodium oder Gänsefuß umfaßt etwa 60 Arten, die der gemäßigten Zone angehören, aber zum Teil sehr weit verbreitet sind. In Deutschland sind 13 Arten festgestellt, die einander zum Teil recht ähnlich sind und sich oft nur durch die mehr oder weniger eckige oder gezähnte Blattform unterscheiden.

Am häufigsten ist der weiße Gänsefuß, Ch. album, eins der gemeinsten Unkräuter auf bebautem Boden und Schutt, an der weißmehligen Bestäubung der ganzen Pflanze leicht kenntlich. In Indien, besonders im westlichen Himalaja, wird der weiße Gänsefuß sowohl als Blattgemüse als auch besonders wegen seiner Samen kultiviert, die dem Buchweizen als Nahrung sogar vorgezogen werden. Früher soll diese Pflanze als Mehlfrucht auch in Europa angebaut worden sein.

Von weit größerer wirtschaftlicher Bedeutung ist die Quinoamelde oder der chilenische Gänsefuß, Ch. quinoa (Abb. 181, b), eine hochandine Pflanze, die namentlich in Chile und Peru in Meereshöhen von 4000 m, also oberhalb der Getreidegrenze, als Mehlpflanze in großem Stil kultiviert wird. Sie ähnelt dem weißen Gänsefuß sehr, hat aber kürzere Blütenstände. Die kleinen gelblichweißen Samen werden wie in Deutschland der Buchweizen in Form von Grützen mit Milch oder Wasser gekocht verzehrt oder auch zu Mehl verrieben und dann geröstet. Quinoa ist in diesen Gegenden die wichtigste Nahrungspflanze, und es ist auffallend, daß man sie nicht benutzt hat, um auch in nordischen oder alpinen Gegenden die Grenzen des Ackerbaues weiter nach Norden oder bergaufwärts vorzuschieben.

Andere häufige Arten auf unbebauten Plätzen, Wegen, Äckern und Schutt sind der Mauergänsefuß, Ch. murale, mit rauten-eiförmigen, gezähnten, glänzenden Blättern und glanzlosen Samen, der steife Gänsefuß, Ch. urbicum, mit dreieckigen, gezähnten, glänzenden Blättern und glänzendem Samen, der rote Gänsefuß, Ch. rubrum, mit meist rot angelaufenen Stengeln, glänzenden, buchtig-gezähnten, verschieden geformten, oft dreilappigen Blättern und teilweise aufrechtstehenden Samen, der meergrüne Gänsefuß, Ch. glaucum, mit entfernt-gezähnten, länglichen, unterseits meergrünen, mehligen Blättern und teilweise aufrechtstehenden Samen, der unechte Gänsefuß, Ch. hybridum, mit tiefbuchtig-eckigen, herzförmigen Blättern sowie vor allem der vielsamige Gänsefuß, Ch. polyspermum, mit ganzrandigen, eiförmigen, unbestäubten, fein stachelspitzigen Blättern. Seltener sind der schneeballblätterige, Ch. opulifolium, und der feigenblätterige Gänsefuß, Ch. ficifolium. Sehr häufig ist dagegen der sogenannte gute Heinrich, Ch. bonus Henricus, der ganzrandige, breit dreieckig-spießförmige Blätter und aufrechte Samen hat. Die jungen Blätter und Triebe werden zuweilen als wilder Spinat gegessen, und man hat die Pflanze hierzu, namentlich früher, in England und Deutschland angebaut. Übrigens sind auch die anderen Arten eßbar und als Gemüse verwendbar.

Auch Medizinalkräuter gibt es unter den Gänsefüßen. Die grau bestäubte Bocksmelde oder der stinkende Gänsefuß, Ch. vulvaria, riecht infolge seines Gehaltes an Propylamin nach fauler Heringslake

und wurde früher bei Krampfzuständen der Gebärmutter benutzt. Der eichenblätterige Gänsefuß, Ch. botrys, mit buchtig-fiederspaltigen, drüsig-kleberigen und weichhaarigen Blättern ist ein mediterran-orientalisches, in Deutschland nur selten verwildertes, früher als krampfstillendes Mittel gebrauchtes Kraut; ebenso findet sich der wohlriechende Gänsefuß, Ch. ambrosioides, ein kosmopolitisches, stark aromatisch riechendes Kraut mit lanzettlichen, entfernt-gezähnten Blättern, das früher namentlich in Frankreich als Medizinaltee (thé du Mexique) geschätzt wurde, in Deutschland hier und da verwildert.



Abb. 180: Ährenförmiger Erdbeerspinat (Blitum capitatum).

1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blütenstände, vergrößert; 3) Blüte, vergrößert; 4) Fruchtknoten und Staubgefäße, vergr.; 5) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; 6) Früchte, vergr.; 7) Frucht im Längsschnitt, vergr.; 8) Same, vergrößert.

Sehr nahe mit dem Gänsefuß verwandt und zuweilen auch als Sektion zu dieser Gattung gezogen ist die Gattung Blitum oder Erdbeerspinat. Die beiden Arten dieser Gattung, der ährenförmige Erdbeerspinat, B. capitatum (Abb. 180), und der rutenförmige Erdbeerspinat, B. foliosum (oder virgatum), sind aus Südeuropa nach Deutschland gelangt und werden ziemlich häufig kultiviert, sind übrigens auch hier und da verwildert. Diese Gattung ist durch knäuelig angeordnete Blüten und fleischige, schließlich saftig werdende dunkel- oder purpurrote Früchte gekennzeichnet. Bei der ersten Art sind die Blütenknäuel teilweise zu endständigen Ähren geordnet, bei der zweiten dagegen stehen sie sämtlich in den Winkeln der Blätter. Nicht nur die Früchte, die übrigens auch eine vergängliche rote Farbe liefern und wohl noch gelegentlich als Naturschminke verwendet werden, sind eßbar, sondern auch das Kraut wird als Gemüse benutzt.

Die durch saftige Früchte ausgezeichnete, dem Gänsefuß sehr nahe stehende Gattung Rhagodia enthält fast ein Dutzend strauchförmiger Arten Australiens, von denen manche als Salzbüsche eine wichtige Schafnahrung bilden.

Die Gattung Atriplex oder Melde umfaßt über 100, also etwa doppelt so viele Arten wie Chenopodium, ist aber in Deutschland etwas weniger stark, nur mit elf Arten, vertreten, von denen drei Strandpflanzen sind.

Die Ufermelde, A. litorale, mit lineal-lanzettlichen Blättern bewohnt die Küsten der Ost- und Nordsee, die gelappte Melde, A. laciniatum, mit ei-spießförmigen Blättern und bei der Fruchtreife knorpelig harten Blütenhüllen wird in Deutschland nur an der Nordsee gefunden, A. Babingtonii, ähnlich, aber mit krautig bleibender Blütenhülle, nur stellenweise an der Ostsee. Auch die tatarische Melde, A. tataricum,

kommt in Deutschland, meist in der Nähe der Seeküste, an Wegen und Mauern vor. Die übrigen deutschen Arten wachsen gewöhnlich an unbebauten Orten und auf Schutt; am gemeinsten ist die ausgebreitete Melde, A. patulum, mit spieß-lanzettlichen bis linealen Blättern, häufig ist auch die etwas breitblätterige spießblätterige Melde, A. hastatum, seltener sind die pfeilblätterige Melde, A. calotheca, die Sternmelde, A. roseum, mit zuweilen rötlichen Blüten, und die glänzende Melde, A. nitens, deren oberseits glänzende Blätter unterseits silberweiße Schilfern aufweisen. Von wirtschaftlicher Bedeutung ist nur die Gartenmelde, A. hortense (Abb. 181, A), eine aus der Tatarei stammende, in Deutschland kultivierte und verwilderte Pflanze mit glanzlosen, mehr oder weniger dreieckigen Blättern, die einen ganz wohlschmeckenden Spinat liefert.



Abb. 181: Melde (Atriplex) und Gänsefuß (Chenopodium).

A) Atriplex hortense: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blütenstände mit Blüten beiderlei Geschlechts, vergrößert; 3) männliche Blüte, vergrößert; 4) Fruchtknoten, vergrößert; 5) Frucht, vergrößert; 6) Frucht unter Freilegung des Samens, vergrößert; 7) Same im Längsschnitt, vergrößert; 8) Same im Querschnitt, vergrößert. B) Chenopodium quinoa: 1) Zweig mit Blütenständen; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 6) Same im Querschnitt, vergrößert.

Die am Meeresstrande wachsenden Arten dienten früher zur Herstellung von Pottasche, die übrigens auch aus den ruderalen Melde- und Gänsefußarten gewonnen werden kann.

In Australien sind Atriplex-Arten von großer Bedeutung als Schaffutter; sie werden dort ebenso wie andere Chenopodiazeen als Saltbushes (Salzbüsche) bezeichnet; da sie auf Salzstellen vorkommen, wo wenig anderes wächst, ermöglichen sie allein in manchen Gegenden die Viehzucht. Man hat übrigens manche dieser Arten in andere salzige Gebiete, z. B. nach Südafrika und Kalifornien, mit Erfolg eingeführt.

Die Gattung Keilmelde oder Salzmelde, Obione, die sich durch dünne, häutige Samenschale von Atriplex unterscheidet, ist in Deutschland durch zwei Arten vertreten.

Die stielfrüchtige Keilmelde, O. pedunculata, ist ein an der Nord- und Ostsee heimisches und auch bei Salinen wachsendes Kraut mit länglichen, stumpfen Blättern und zur Fruchtzeit langgestielten Blütenhüllen, während die portulakartige Keilmelde, O. portulacoides, ein in Deutschland nur an der Nordsee vorkommender Halbstrauch mit länglich-verkehrt-eiförmigen Blättern und auch zur Fruchtzeit ungestielten Blütenhüllen ist.

Eine nahe Verwandte der Melde ist Spinacia, der **Spinat**, eine Gattung, die sich vor allem durch das Fehlen der Blasenhaare an Stengel und Blättern, durch zahlreichere (vier bis fünf) Griffel und die bis zur Spitze verwachsenen und verhärteten, unbewehrten (var. inermis) oder in Stacheln auslaufenden (var. spinosa) Vorblätter der Früchte von Atriplex unterscheidet. Von den beiden Arten dieser Gattung ist die eine, **S. tetrandra**, im östlichen Orient beheimatet, während die wilde Form des **Kulturspinates**, **S. oleracea** (Abb. 182, A), vorläufig noch nicht bekannt ist, jedoch wohl ebenfalls im Orient aufgefunden werden dürfte.



Abb. 182: Spinat (Spinacia) und Runkelrübe (Beta).

A) Spinacia oleracea: 1) Zweig mit männlichen Blütenständen; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) Zweig mit weiblichen Blüten; 4) Fruchtknoten mit Griffeln, vergr.; 5) Frucht, vergr.; 6) Frucht im Längsschnitt, vergr.; 7) junger Sproß. B) Beta vulgaris: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) männliche Blüte, vergrößert; 3) zwitterige Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 4) weibliche Blüte, vergrößert; 5) Same, vergrößert; 6) Same im Längsschnitt, vergrößert; 7) Blatt.

Den Alten war der Spinat unbekannt, nach Europa kam er im 15. Jahrhundert durch die Araber. Spinat gilt als eins der gesündesten, ganz schwach abführenden Gemüse; man ißt in der Regel nur die Blätter, und zwar zu einer Zeit, wo die Blütenstände sich noch nicht entwickelt haben. Da man aber die Samen zu jeder Zeit säen kann, erzielt man auch im Winter Gemüse.

Ungleich wichtiger und in der Tat jetzt eine der allerwichtigsten Kulturpflanzen überhaupt ist die **Runkelrübe**, Beta vulgaris (Abb. 182, B), auch **Mangold**, **rote Rübe** oder **Bete** genannt. Sie gehört einer Gattung an, die im vorderen Orient in mehreren Arten vertreten, in einer Art aber auch längs der Küste Europas bis nach der Nordsee verbreitet ist. Aus dieser vielstengeligen, ausdauernden, früher als B. maritima, jetzt als B. vulgaris var. maritima bezeichneten Form sind die verschiedenen Kulturformen durch Auslese seitens des Menschen entstanden. Während die wilde Urform nur dünne Wurzeln hat, sind sie bei vielen Kulturformen stark verdickt, spindel- oder walzenförmig und bilden nicht nur als

Futterrüben eins der beliebtesten und am häufigsten kultivierten Nahrungsmittel für das Vieh, sondern als Zuckerrübe auch die Grundlage der Zuckerindustrie der gemäßigten Zone.

Unter den Kulturformen unterscheidet man zwei Hauptvarietäten, B. vulgaris var. cicla, den Gartenmangold, und B. vulgaris var. rapacea, den Rübenmangold oder Runkelrübe. Bei dem Gartenmangold hat sich die Kultur im wesentlichen auf die Blätter und die fleischigen Blattstiele erstreckt, so daß ein vorzüglich ergiebiges und daher für die ärmeren Klassen sehr wichtiges Gemüse daraus entstanden ist, während die unterirdisch wachsende Wurzel zwar dicker und spindelförmig geworden, aber hart geblieben ist und nur als Kaffeesurrogat gelegentlich gebraucht wird.

Der Rübenmangold liefert einerseits die weißen, gelben und roten Rüben oder Runkeln — auch geringelte Rüben mit weißen und roten Ringen auf dem Querschnitt werden kultiviert —, anderseits die eigentliche Zuckerrübe mit langen, walzigen, etwas über den Boden herausragenden Wurzeln.

Als Gemüsewurzel wird vor allem die rote Rübe gebaut, die gewöhnlich als Rote Bete bezeichnet und sogar als Salat sowie als Suppe (Betensuppe in Norddeutschland, Borschtsch in Rußland) genossen wird. Als Viehfutter dient in erster Linie die weiße Rübe, während zur Gewinnung des Zuckers neben der Zuckerrübe auch gelbe und geringelte Rüben verwendet werden. Der Rübenmangold wird ferner zur Herstellung von Runkelrübenkaffee geröstet, während die getrockneten Blätter häufig als Zusatz zum Tabak dienen. Eine rote, aber wenig haltbare Farbe wird aus der roten Rübe gewonnen, während die Preßrückstände der Zuckerfabrikation in ausgedehntestem Maße als Viehfutter Verwendung finden, wozu auch die bei der Zuckergewinnung als unkristallisierte Masse zurückbleibende Melasse benutzt wird, soweit sie nicht zur Spiritusfabrikation herangezogen wird. Daß die nicht benutzten Teile der Rüben, wie Blätter, Strünke usw., auch als Dungmittel Verwendung finden, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Welche kolossalen Werte allein der Rübenbau produziert, geht daraus hervor, daß die Produktion an Rübenzucker im Jahre 1910/11 nicht weniger als 8 Millionen Tonnen in Europa betrug (gegen eine Weltproduktion von 9 Millionen Tonnen Rohrzucker), woran die vier wichtigsten Rübenländer Europas: Deutschland mit 2,57, Rußland mit 2,11, Österreich mit 1,53 und Frankreich mit 0,72 Millionen Tonnen beteiligt waren. Im Jahre 1907 belief sich der europäische Rübenanbau auf 1860000 ha, woran Deutschland mit 449000, Rußland mit 621000, Österreich mit 329000 und Frankreich mit 220000 ha beteiligt waren. Der Wert des produzierten Rübenzuckers betrug im Jahre 1907 mehr als 2 Milliarden Mark und überstieg den Wert des in der Welt produzierten Rohrzuckers um ein Drittel. Besonders erstaunlich sind diese Zahlen, wenn man bedenkt, daß der kristallisierbare Zuckerstoff der Runkelrübe erst 1747 von dem Berliner Apotheker Marggraf entdeckt und erst 1796 von dem Berliner Chemiker Achard technisch verwertet wurde; in diesem Jahre wurde dann auch die erste Rübenzuckerfabrik, und zwar bei Cunern in Schlesien, gegründet.

Die Zuckerkultur und -fabrikation dehnte sich schnell aus, namentlich als infolge der von Napoleon in Europa im Kampf gegen England eingeführten Kontinentalsperre die Zuckerpreise rapid stiegen, so daß das Pfund Zucker schließlich über einen Taler kostete. Aber das fabrikatorische Verfahren war doch noch zu mangelhaft und der Zuckergehalt der Rüben zu gering, als daß sich die Industrie nach Aufhebung der Sperre hätte halten können. Nur einige wenige Fabriken blieben in Frankreich infolge der durch Graf Chaptal eingeführten besseren Methoden bestehen. Die deutsche Rübenzuckerindustrie wurde eigentlich erst wieder in den 1820er Jahren begründet, und zwar in der Provinz Sachsen, die noch heute infolge des trefflichen Bodens der bedeutendste Sitz der Zuckerrübenkultur Deutschlands ist. Als sich die Rentabilität, zuerst in Quedlinburg, herausstellte, vermehrte sich die Zahl der Fabriken ungeheuer, 1841 zählte man in den Zollvereinsstaaten schon nicht weniger als 140 Fabriken, und gegenwärtig ist die Zahl auf fast 400 gestiegen, gegen etwa 300 in Rußland und Frankreich, über 200 in Österreich-Ungarn und 100 in Belgien, so daß die Gesamtzahl der europäischen Rübenzuckerfabriken über 1300 beträgt. Auch die Vereinigten Staaten, die 1880 erst vier Rübenzuckerfabriken zählten, besaßen 1903 schon 40 Fabriken und sind im Begriff, in schnellem Maße ihre heimische Zuckerindustrie weiter zu vermehren.

Diese mächtige Entwickelung ist vor allem eine Folge der besser ausgearbeiteten Methoden, speziell der Einführung des Diffusionsverfahrens, das darauf beruht, daß die Rüben nicht ausgepreßt werden, sondern daß sie, in Schnitzel zerschnitten, nach und nach durch immer verdünntere Zuckersäfte ausgelaugt werden. Aber auch die Rüben selbst sind bedeutend verbessert worden, erhält man doch jetzt, wenn auch nur ausnahmsweise, Ausbeuten von 18—20 Prozent Zucker, während Durchschnittszahlen von 13—15 Prozent bei gutem Boden und sorgsamer Kultur die Regel sind. Trotzdem schwankt der Kampf

zwischen Rüben- und Rohrzucker noch unentschieden hin und her; 1899 war der Anteil des Rübenzuckers an der Weltproduktion $64\frac{1}{2}$ Prozent, 1904/05 nur noch 51,7 Prozent, seitdem steigt er wieder. Beachtenswert ist aber, daß die Rohrzuckerproduktion gleichfalls jetzt in schnellem Aufschwung begriffen ist und in technischer und kultureller Beziehung die Rübenzuckerproduktion fast eingeholt hat. Der Gehalt des Rohres an Zucker ist jetzt ungefähr der gleiche, aber die Produktion, auf die gleiche Fläche berechnet, mehr als doppelt so groß wie bei der Rübe. Da auch die Kosten für Land und Arbeiter in den Tropen im allgemeinen billiger sind und die Mehrkosten der Maschinen schnell aufwiegen, so ist anzunehmen, daß, wenn die Rübenzuckerproduktion nicht durch gesetzliche und verkehrstechnische Mittel geschützt würde, sie doch wohl im Laufe der Zeit dem tropischen Rivalen unterliegen müßte.

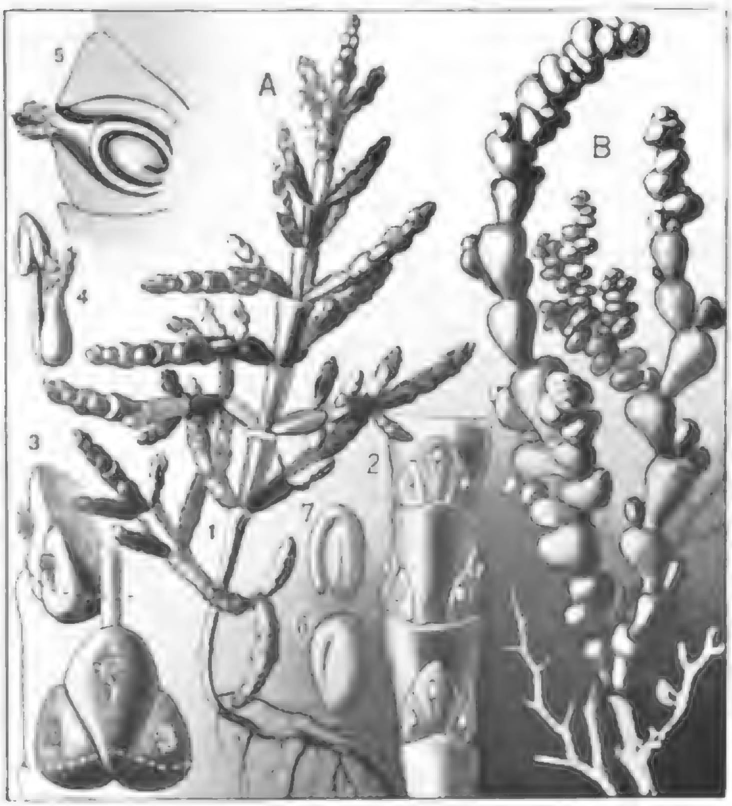


Abb. 183: Glasschmalz (Salicornia) u. Strandburgel (Halopeplis).

A) Salicornia herbacea: 1) Kleineres Pflänzchen; 2) Stengelstück mit Blüten im männlichen Stadium, vergrößert; 3) dasselbe im weiblichen Stadium, vergrößert; 4) Staubgefäß und Fruchtknoten, vergrößert; 5) Längsschnitt durch eine eingesenkte Blüte, vergr.; 6) Same, vergr.; 7) Embryo, vergrößert. B) Halopeplis perfoliata, Habitus.

Einige Gattungen dieser Familie strahlen nur in einzelnen Arten nach Deutschland aus, sind aber sonst ohne große Bedeutung, so z. B. das auch als Sektion der artenreichen Gattung Bassia angesehene Echinopsilon oder Stachelhaar, dessen Art E. hirsutus, ein kleines, rauhhaariges Kraut mit linealen, stumpfen Blättern, sich am Meeresstrande, besonders in Schleswig-Holstein findet; so ferner die namentlich in Australien verbreitete Gattung Kochia, die Kochie, deren Art K. arenaria, als kleines, rauhhaariges Kraut mit pfriemlich-fadenförmigen Blättern, auf sandigen Orten am Mittelrhein wächst, so schließlich die Gattung Corispermum, der Wanzensame, eine asiatische und südeuropäische Gattung kleiner Kräuter mit schmalen, häufig linealen Blättern, die ihren Namen der Form der platten, flügelrandigen Früchte verdankt und in Deutschland in zwei Arten, C. Marschallii und hyssopifolium, an sandigen und kiesigen Orten gelegentlich auftritt, während eine dritte Art, C. intermedium, im östlichen Teile der deutschen Ostseeküste heimisch ist.

Oft zu der Familie der Amarantazeen gerechnet wird Polycnemum, das Knorpelkraut, eine Gattung, die wenige, Europa und Nordafrika bewohnende kleine, einjährige Kräuter umfaßt, die ganz kleine, pfriemliche, starre, stechende, dreikantige Blätter tragen und auf sandigen Äckern in Deutschland durch die Arten P. arvense und majus vertreten sind.

Am weitesten dem Salzboden angepaßt ist die Gattung Salicornia, der Glasschmalz, ferner dessen Verwandte, wie Halopeplis, Kalidium, Halocnemum, Arthrocnemum, Gattungen mit meist nur wenigen Arten, welche die Salzwüsten der verschiedenen Kontinente sowie den Meeresstrand bewohnen. Sie sind durch die Reduktion ihrer Blätter und infolge hiervon durch die scheinbar gegliederten Stengel (Abb. 183) gekennzeichnet.

Während der durchwachsenblätterige Strandburzel, Halopeplis perfoliata (Abb. 183, B), nur am Roten Meere wächst, findet sich der krautige Glasschmalz, Salicornia herbacea (Abb. 183, A), die einzige auch in Deutschland wachsende Art dieser Gruppe, bis auf Australien in allen Kontinenten an der Küste, zuweilen auch an sandigen Orten des Binnenlandes. Häufig wächst die Pflanze so massenhaft, daß es sich, wie z. B. an den französischen Küsten, lohnt, ihre Asche zur Sodagewinnung zu verwerten.

Erwähnenswert ist schließlich noch, daß die Samen von Agriophyllum gobicum, einem einjährigen sparrig verzweigten Kraute der zentralasiatischen Salzsteppen, gelegentlich als Getreide Verwendung finden.

Während alle bisher aufgeführten Gattungen ring- oder halbkreisförmige, oft auch hufeisenförmige Embryonen haben und daher Cyclolobeae genannt werden, gehören die folgenden zu den Spirolobeae, die durch spiralförmige Embryonen gekennzeichnet sind.

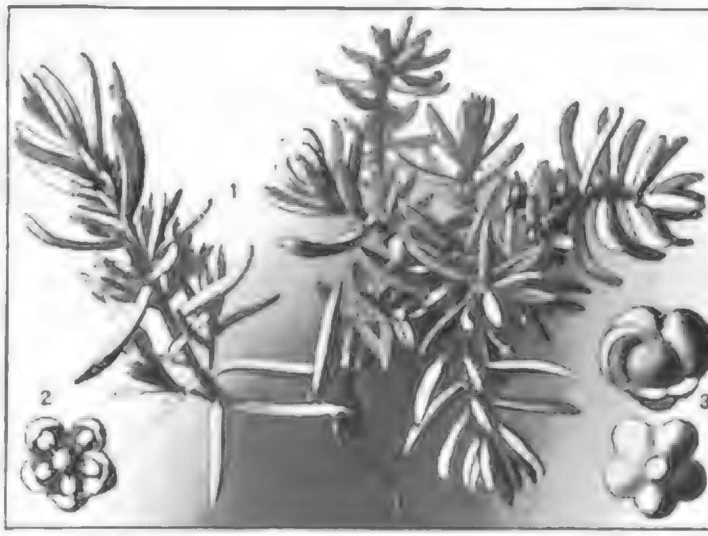


Abb. 184: Meerstrands-Gänsefüßchen (Suaeda maritima). 1) Pflänzchen, blühend; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert.

Diese an sich nur wenige Gattungen umfassende Gruppe ist in Deutschland durch ihre beiden artenreichsten und über die meisten Kontinente verbreiteten Gattungen, nämlich Suaeda und Salsola, vertreten. Das Meerstrands-Gänsefüßchen, Suaeda maritima (Abb. 184), ein kleines Kraut mit fleischigen, halbwalzlichen, spitzen Blättern, ist eine kosmopolitische Seestrandspflanze, wächst aber auch, z. B. in Deutschland, an Salzstellen im Binnenlande. Das gemeine Salzkraut, Salsola kali (Abb. 185), gleichfalls Kosmopolit und nicht nur auf den Seestrand beschränkt, hat zwar auch fleischige, aber pfriemliche und stachelspitzige Blätter; sie und die nahe verwandte mediterrane und zentralasiatische S. soda, von S. kali durch nicht knorpelige Fruchthülle und halbstielrunde Blätter verschieden, werden häufig zur Sodafabrikation verwendet.

Die meisten übrigen Gattungen dieser Gruppe finden sich in Vorder- und Zentralasien, einige, wie z. B. die Gattungen Anabasis, Noaea und Cornulaca, dringen auch nach Nordafrika vor, wiederum andere, wie Petrosimonia und Halogeton, bis Südeuropa. Traganum findet sich nur in Nordafrika, Agathophora von Algerien bis Arabien. Während Südafrika und Australien nur Gattungen beherbergen, deren Zugehörigkeit zu der Gruppe zweifelhaft ist, ist Amerika nur durch eine Gattung, Sarcobatus, vertreten, deren einzige Art, S. vermiculatus, aber in den salzreichen Innengebieten der Vereinigten Staaten weit verbreitet ist.

Am auffallendsten ist die von Spanien und Nordafrika bis Zentralasien vorkommende Gattung Haloxylon, der Salzstrauch oder Salzbaum, die ungefähr zehn strauchige oder baumförmige, scheinbar blattlose Arten enthält; am bekanntesten ist der Saxaul, H. ammodendron, ein bis 6 m hoher, krüppeliger Baum, der vom Ural über Persien und Turkistan bis zum Altai verbreitet ist und als Charakterpflanze der Salzsteppen dieser Gegenden gilt.

Familie 2: **Amarantaceae** oder **Amarantgewächse.**

Die den Chenopodiaceae nahestehende und von manchen mit ihnen vereinigte, 43 Gattungen mit etwa 500 Arten umfassende Familie der Amarantaceae oder Amarantgewächse unterscheidet sich im wesentlichen durch die trockenhäutigen, oft gefärbten Blütenhüllen und die häufig am Grunde miteinander verwachsenen Staubgefäße. Im Gegensatz zu den Chenopodiazeen sind es im wesentlichen Bewohner der tropischen Gebiete. Spezielle Anpassungen an besonders salzhaltige Gegenden fehlen ihnen, wenngleich manche Ruderalpflanzen unter ihnen vorkommen. Im allgemeinen sind vielmehr die häufig gegenständigen Blätter gut entwickelt, in den Gebieten mit ausgeprägter Trockenzeit freilich, wie z. B. im brasilischen Kamp, wo viele Arten vorkommen, oft durch ausgiebige Behaarung geschützt. Stärker ausgeprägt sind die Anpassungen an Trockenheit in den trockneren Gebieten Afrikas, wo die Blätter nicht selten schmal oder klein werden oder gar zugunsten der sukkulenten Stengel zu Schuppen verkümmern.

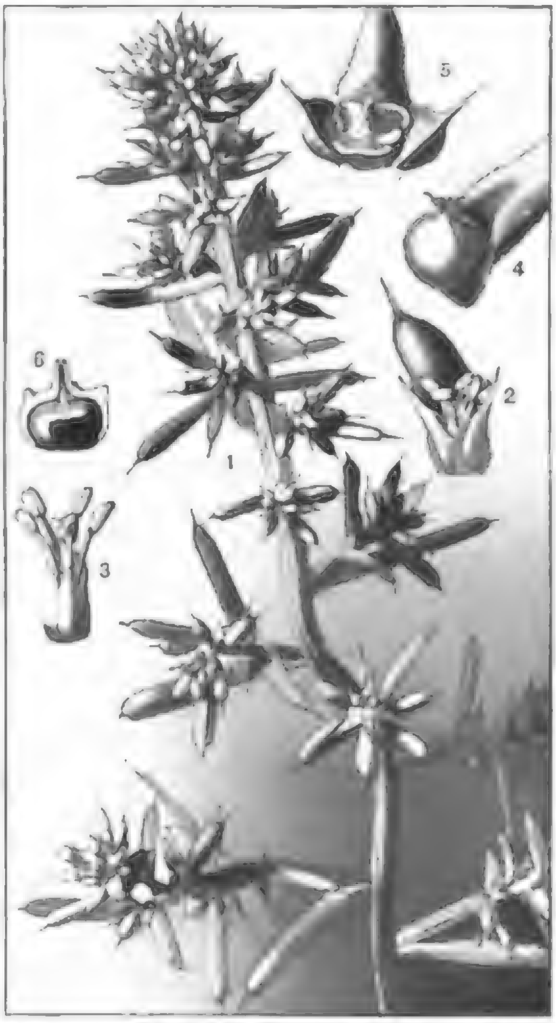


Abb. 185: Gemeines Salzkraut (Salsola kali). 1) Blühendes Pflänzchen; 2) Blüte mit umgebenden Blättern, vergrößert; 3) Blüte, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) aufgesprungene Frucht, vergrößert; 6) Frucht nach Entfernung der vorderen Hälfte der Fruchtschale, vergrößert.

Neben vielen krautigen und halbstrauchigen Formen gibt es auch eine Reihe von strauchförmigen Gattungen und Arten; selbst Kettersträucher kommen vor, z. B. in den Gattungen Chamissoa und Aerua, und vor allem steigt die in Australien und der Südsee in den Waldlichtungen weitverbreitete Gattung Deeringia oft hoch in die Bäume empor, und der indische Stilbanthus scandens wird als klimmender Baum geschildert. Die kleine Gattung Pleuropetalum bildet auf den Galapagosinseln und in Zentralamerika sogar wirkliche, wenn auch kleine Bäume.

Manche Amarantazeen sind durch rübenartig verdickte Wurzeln gekennzeichnet, ohne daß man diese durch Kultur nutzbar zu machen versucht hätte. Überhaupt hat sich die Kultur im ganzen wenig mit dieser Familie beschäftigt, obgleich einige recht beliebte Zierpflanzen, ferner mehrere Blattgemüse und sogar einzelne Mehlfrüchte zu ihr gehören.

Die bekannteste Gattung ist der Amarant, Amarantus, die etwa 55 zum Teil sehr verbreitete krautige Arten enthält, von denen der rauhhaarige Amarant, A. retroflexus (Abb. 186, A), sich sogar in Deutschland auf bebautem Boden oder Schutt hier und da findet, während eine zweite Art, der wilde Amarant, A. silvester, wenigstens schon in Böhmen beobachtet wurde.

In dieser Gattung neigen die Blätter oder wenigstens die Blütenhülle dazu, rote und gelbe Färbung anzunehmen, und das ist der Grund dafür, daß manche Arten in Kultur genommen und beliebte

Dekorationspflanzen geworden sind, weniger in Deutschland als in den wärmeren Gegenden. Bei uns wird am meisten der Fuchsschwanz, A. caudatus (Abb. 186, B), kultiviert, dessen hellroter, langer, schlaff herabhängender Blütenstand ihm den deutschen Namen verschafft hat; oft ist auch die ganze Pflanze rot gefärbt. Sehr vielgestaltig ist der dem Fuchsschwanz nahestehende rispige Amarant, A. paniculatus, bei dem die Seitenzweige des aufrechten, aber gleichfalls häufig roten (var. cruentus, sanguineus) oder gelben Blütenstandes stärker entwickelt sind. Die Heimat dieser beiden Arten ist noch nicht sicher bekannt: einige halten sie für amerikanisch, andere für ost- oder zentralasiatisch. Am schönsten ist der mehr in warmen Gegenden, besonders in Indien, kultivierte dreifarbige Amarant, auch Papageifeder genannt, A. melancholicus, var. tricolor, der seinen Namen daher hat, daß die Blätter grün, gelb und hochrot gefärbt sind: vermutlich ist diese schöne Zierpflanze nur eine Kulturform des unscheinbaren, als tropisches Unkraut gemeinen Ganges-Amarants, A. gangeticus, indem bei A. melancholicus die Blätter teilweise rot, bei der Varietät tricolor rot und gelb gebändert sind.



Abb. 186: Amarantgewächse (Amarantaceae) I.
A) Amarantus retroflexus: 1) Blühender Zweig; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Same, vergrößert.
B) A. caudatus: 1) Blühender Zweig; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergr.

Die Gattung umfaßt auch zahlreiche Gemüsepflanzen, und man kann wohl behaupten, daß alle Arten als Spinat verwendet werden, obgleich die Blätter der dornigen Arten, vor allem A. spinosus, schwer zu pflücken sind. Besonders oft wird der Ganges-Amarant, A. gangeticus, der in Indien in verschiedenen Formen heimisch ist, als Gemüsepflanze kultiviert, ferner die Arten, die nicht aufspringende Früchte haben, und die oft als Gattung Euxolus oder Albersia abgetrennt werden. Zu dieser Sektion gehört vor allem der Spinat-Amarant, A. blitum, meist als Euxolus viridis oder Albersia blitum bekannt, ein weitverbreitetes Unkraut der warmen und gemäßigten Gegenden, das sich sogar in Deutschland an Wegen und bebauten Plätzen zerstreut findet. Sowohl in Südeuropa als auch in Indien wird diese Pflanze besonders in ihrer Varietät oleraceus kultiviert: sie bildet in der Tat einen recht guten Ersatz für den Spinat. Als Mehlfrucht wird der schon erwähnte rispige Amarant, A. paniculatus, im ganzen Himalaja sowie in den übrigen indischen Gebirgen in großen Mengen kultiviert, weshalb man ihm auch den Namen A. frumentaceus, Getreide-Amarant, gegeben hat. In Abessinien werden die Samen von A. graecizans, einer dem Spinat-Amarant sehr nahestehenden Pflanze, dem Getreide beigemengt.

Eine sehr häufige, auch in Deutschland kultivierte Zierpflanze ist Celosia cristata, der Hahnenkamm, auch Brandschopf genannt (Abb. 187 und Abb. 188, A), dessen durch die Kultur verbreiterter (verbänderter) Blütenstand namentlich in den rot gefärbten Spielarten an einen Hahnenkamm erinnert. Auch in gelben, weißen und bunten Farben kultiviert man ihn als Garten- und Topfpflanze, in Indien überdies als Blattgemüse. Vermutlich ist es nur eine Kulturform des durch silberweiße längliche oder eiförmige Blütenköpfe gekennzeichneten, in den Tropen als Feldunkraut verbreiteten Silberkopfes, C. argentea. Auch die übrigen Arten dieser etwa 54 Spezies umfassenden Gattung wachsen in den Tropen, meist in Afrika.



Abb. 187: Hahnenkamm (Celosia cristata). Nach Photographie von B. Haldy in Mainz.

Auf Australien beschränkt ist die große, etwa 60 Arten enthaltende Gattung Ptilotus, während Alternanthera mit etwa 80, Gomphrena mit etwa 100 Arten Amerika und Australien bewohnen. Von beiden Gattungen sind einzelne Arten als Zierpflanzen beliebt, so der Kugelamarant, Gomphrena globosa, auch rote Immortelle genannt (Abb. 188, B), die besonders deswegen geschätzt wird, weil sie beim Trocknen nicht ihre Farbe verliert und sich daher zu Kränzen und Winterbukettss eignet. Von der Gattung Alternanthera oder Wechselkölbchen sind mehrere Arten in Kultur, neben A. sessilis (Abb. 188, C) noch A. paronychioïdes, amabilis usw. Da sie niederliegende Zweige und zum Teil rot und grün gestreifte Blätter haben, sich auch durch Stecklinge leicht vermehren lassen, eignen sie sich vorzüglich für Teppichbeete und Einfassungen.

Familie 3: Nyctaginaceae oder Wunderblumengewächse.

Die fast ganz auf die Tropen beschränkte Familie der Nyctaginaceae oder Wunderblumengewächse enthält etwa 124 Arten in 18 im wesentlichen amerikanischen Gattungen; nur die Gattung Phaeoptilon, mit der einzigen bisher nur in Deutsch-Südwestafrika gefundenen Art Ph. spinosum, einem dornigen Bäumchen mit büscheligen, schmalen Blättchen, ist afrikanisch; die etwa 30 baum- oder strauchförmigen Arten der Gattung Pisonia finden

sich im tropischen Amerika und Südasien, und eine Art in Westafrika, die 22 krautige und halbstrauchige Arten umfassende amerikanisch-afrikanische Gattung Boerhavia, ist in einer Art, B. diffusa, als Unkraut durch die gesamten Tropen verbreitet, während eine andere, B. plumbaginea, von Afrika aus sowohl nach Südspanien als nach Indien reicht.

Die Familie unterscheidet sich von den anderen dieser Reihe besonders durch die buntfarbige (korollinische) Blütenhülle, deren unterer Teil gewöhnlich nicht abfällt, sondern



Abb. 188: Amarantgewächse (Amarantaceae) II.

A) Celosia cristata: 1) Blühender Zweig; 2) Blütenknospe, vergrößert; 3) Blüte, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert; 6) Längsschnitt durch den Samen. B) Gomphrena globosa: 1) Blühender Zweig; 2–4) Blüten mit Hochblättern, vergrößert; 5) Blüte; 6) aufgeschnittene Staubfadenröhre, Fruchtknoten und Griffel, vergrößert; 7) Same, vergrößert; 8) Same im Längsschnitt, vergrößert. C) Alternanthera sessilis: 1) Blühender Zweig; 2) und 3) Blüten und Hochblätter, vergrößert; 4) verwachsene Staubfäden, vergrößert; 5) Fruchtknoten, Griffel und Staubfaden, vergrößert; 6) Same, vergrößert; 7) Same im Querschnitt, vergrößert.

mit dem Fruchtknoten weiterwächst, so daß er schließlich die reife Frucht als holzige, lederige oder trockenhäutige, Anthokarp genannte Hülle umgibt. Die Zahl der Staubgefäße ist meist gering, und zwar sind sie häufig von recht verschiedener Länge; der oberständige Fruchtknoten enthält eine krummläufige oder umgewendete, grundständige Samenanlage und wird von einem Griffel gekrönt, dessen Narbe oft kugel- oder schildförmig ist oder aus fingerartigen oder korallenähnlichen Ästen besteht. Der feine Duft und die oft lebhafte Färbung der Blüten oder Hochblätter weisen auf Insektenbestäubung hin. Die dünnhäutige Schließfrucht enthält einen das mehlige Nährgewebe (Perisperm) umgebenden,

meist gekrümmten Embryo (Abb. 189, A 5, 6; B 4, 5). Beim Keimen entwickelt sich oft nur ein Keimblatt, während das andere mehr oder weniger rudimentär bleibt; die Keimung ist also pseudo-monokotyl. Die meist Trugdolden bildenden Blüten werden entweder einzeln oder in ihrer Gesamtheit von gewöhnlich großen und oft farbigen Hochblättern umhüllt. Die Blätter stehen meist gegenständig und sind häufig recht groß, ganzrandig, seltener gezähnt oder gelappt; Dornen treten nur bei wenigen Arten auf. Zuweilen — z. B. bei Mirabilis und den wüstenbewohnenden Boerhavien — finden sich knollig verdickte Wurzeln. Sehr



Abb. 189: Wunderblumengewächse (Nyctaginaceae).

A) Bougainvillea spectabilis: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergr.; 3) Fruchtknoten und Griffel im Längsschnitt, vergr.; 4) Frucht; 5) Embryo, vergr.; 6) Frucht im Querschnitt. B) Mirabilis jalapa: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte nach Entfernung der Blütenhülle; 3) Frucht, vergr.; 4) Embryo, vergr.; 5) Same im Längsschnitt, vergrößert.

eigentümlich ist der Holzbau, indem der ursprüngliche Gefäßbündelring sein Dickenwachstum bald einstellt und dafür außerhalb desselben neue Gefäßbündel in Funktion treten.

Interessant sind einige zur Verbreitung der Samen dienende Anpassungen der Früchte. Während einzelne Gattungen die stehenbleibenden Teile der Blütenhülle zu Flugapparaten umbilden, entwickeln andere, besonders Boerhavia und Pisonia, Klebstoffe in Drüsen oder Längswülsten, die zuweilen derart kleberig sind, daß Insekten und sogar kleine Vögel an ihnen wie an Vogelleim haften bleiben; in Hawai dienen die Pisonienfrüchte den Eingeborenen tatsächlich zum Vogelfang. Weniger bei der Verbreitung als bei der Keimung behilflich sind die Schleimzellgewebe, die sich namentlich bei den Boerhavien finden und in trockenen Gegenden wohl Wasserspeicher für den Keimling darstellen.

Der Nutzen dieser Familie für die Menschen ist verhältnismäßig gering; die knolligen Wurzeln der falschen Jalape, Mirabilis jalapa, dienten früher und auch wohl heute noch als kräftiges Abführmittel, ebenso Arten der Gattung Boerhavia. Neea theifera ist dadurch

nützlich, daß ihre teinhaltigen Blätter in Brasilien zur Bereitung eines Tees dienen; außerdem werden sie zuweilen zum Schwarzfärben verwendet. Die Blätter von Pisonia werden als Gemüse gegessen, besonders diejenigen des wegen seiner hell- bis weißgrünen Blätter als Zierbaum im Malaiischen Archipel viel angepflanzten sogenannten Kohlbaumes, Pisonia alba. Auch eine Anzahl anderer Gattungen sind beliebte Zierpflanzen geworden.

Als krautige Zierpflanzen der Gärten dienen in Deutschland mehrere der 24 Arten der Gattung Mirabilis oder Wunderblume, z. B. die namentlich abends sehr wohlriechende weiße, langblumige Wunderblume, M. longiflora, deren Blüten 10—15 cm lang werden, ferner die schon erwähnte westindische falsche Jalape, M. jalapa (Abb. 189, B), die in verschiedenen Blütenfarben, sogar oft an derselben Pflanze, in unseren Gärten kultiviert wird; da die geruchlosen Blüten sich erst nachmittags öffnen, wird sie auch Vieruhrblume genannt. Sie ist eine beliebte Gartenblume des Spätsommers und Herbstes, schon deswegen, weil ihre Blütezeit erst bei Beginn des Frostes beendet ist.

Seit vielen Jahren in Indien und seit einigen Jahren auch in Deutschland in Wintergärten, Glasveranden sowie neuerdings als Topfpflanze beliebt ist die herrliche brasilische Bougainvillee, Bougainvillea spectabilis, auch Drillingsblume genannt (Abb. 189, A), in den Tropen sowie schon im südlichen Mittelmeergebiet ein hochrankender, besonders die Stationsgebäude und Wärterhäuschen der Eisenbahnen schmückender Kletterstrauch, der oft über und über mit prächtigen rosa-violetten Blütenständen besät ist. Die einzelnen, zu dreien beisammen stehenden Blüten sind unscheinbar, da die mattgelbe, röhrenförmige Blütenhülle sich oben nur wenig ausbreitet, aber sie sind mit ihren Stielen großen, ovalen, feingeaderten, rosa-violetten Hochblättern angewachsen, welche die Blüten wie ein dreiblätteriger Kelch umgeben und ihnen offenbar als sehr wirksames Anlockungsmittel für Insekten dienen.

Als Zierpflanzen sind auch manche Arten der in Kalifornien, Texas und Nordmexiko heimischen krautigen Gattung Abronia beliebt, deren röhrige, große Blüten in langgestielten, von fünf Hochblättern umhüllten Köpfchen stehen. Am bekanntesten ist die purpurblütige A. umbellata sowie neuerdings die gelbblütige, als Ampelpflanze benutzte A. latifolia; auch die weißblütige, wohlduftende A. fragrans ist empfehlenswert.

Familie 4: **Cynocrambaceae** oder **Hundskohlgewächse.**

Die kleine Familie der Cynocrambaceae oder Hundskohlgewächse erweist sich durch ihren oberständigen, einfächerigen Fruchtknoten mit einer krummläufigen Samenanlage und durch den hufeisenförmig gekrümmten Embryo als zu den Centrospermae gehörig, im übrigen aber zeigt sie mit keiner der anderen Familien nähere Verwandtschaft.

Die einzige Gattung der Familie, Cynocrambe oder Hundskohl, umfaßt zwei Arten, von denen die eine erst kürzlich in Zentralasien entdeckt wurde, während der niederliegende Hundskohl, C. prostrata, im Mittelmeergebiet und auf den Kanarischen Inseln als sehr ästiges, kleines, niederliegendes, sattgrünes Kraut sich an schattigen Stellen zwischen Steinen und Felsen findet.

Während die fleischigen eiförmigen Blätter sich unten gegenüberstehen und ihre häutigen, zerschlitzten Nebenblätter miteinander verwachsen sind, steht oberwärts immer ein Blatt einer kleinen Gruppe männlicher Blüten gegenüber. Diese enthalten 10—30 Staubgefäße, die von einer ganz einfachen, zwei- bis dreiteiligen Blütenhülle umgeben sind. Die weiblichen, dreiblütige, blattachselständige Trugdöldchen bildenden Blüten bestehen aus einer keuligen, drei- bis vierzähnigen Blütenhüllröhre, welche den fast an der Basis mit einem Griffel versehenen Fruchtknoten umhüllt. Die Samenanlage ist — in dieser Gruppe eine Ausnahme — nur von einer einzigen Hülle (Integument) umgeben. Die Frucht ist eine kugelige, erst dünnfleischige, dann durch Eintrocknen nußartige Steinfrucht mit hufeisenförmigen, schwärzlichen Samen und knorpeligem Nährgewebe. Einen besonderen Nutzen hat die Familie nicht, nur wird das Kraut gelegentlich als minderwertiges Gemüse verwendet.

Familie 5: **Phytolaccaceae** oder **Kermesbeergewächse.**

Die etwa 115 in 24 Gattungen verteilten Arten der Phytolaccaceae oder Kermesbeergewächse sind meist aufrechte Kräuter und Sträucher, doch kommen auch mit hakigen Dornen kletternde Sträucher (Seguieria), windende Stauden oder Sträucher (z. B. Agdestis

clematidea, Phytolacca volubilis, Rivina octandra) vor; in den Gattungen Phytolacca und Gyrostemon finden sich vielfach kleinere Bäumchen, während die einzige Art der südamerikanischen Gattung Gallesia, G. gorazema, ein hoher Baum ist.

Amerika ist das Hauptzentrum der Familie, jedoch sind die drei Gattungen der Unterfamilie der Limeae wie ferner drei andere Gattungen im wesentlichen afrikanisch, während die drei Gattungen der Gyrostemoneae australisch sind.

Die meist unscheinbaren Blüten der Arten aus dieser Familie sind gewöhnlich zu traubigen oder doldentraubigen Blütenständen angeordnet. Die Blütenhülle bleibt gewöhnlich bis zur Fruchtzeit bestehen, ohne, wie bei den Nyctaginazeen, mit dem Fruchtknoten weiterzuwachsen; die vier bis fünf Blütenhüllblätter sind zumeist gar nicht oder doch nur an der



Abb. 190: Kermesbeergewächse (Phytolaccaceae).

Phytolacca decandra: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) Blüte von der Seite, vergrößert; 3) Blüte von oben, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 6) Same.

Basis miteinander verwachsen. Die Staubgefäße sind entweder ebenso zahlreich wie die Blütenhüllblätter und stehen dann mit diesen abwechselnd, oder sie sind in größerer Anzahl vorhanden. Charakteristisch ist aber vor allem der Fruchtknoten, der, fast immer oberständig, in der Regel aus einer Anzahl quirlständiger Fruchtblätter besteht, die je eine an der zentralen Achse sitzende, umgebogene oder krummläufige Samenanlage umschließen. Sehr verschiedenartig geformt sind die Griffel, die sogar häufig fehlen, so daß die Narben dem Fruchtknoten unmittelbar ansitzen. Auch die Früchte sind recht verschieden gebildet: bald sind es Schließfrüchte oder Nüsse, bald Beeren, bald Kapselfrüchte. Zur Verbreitung dienen häufig Stacheln oder Widerhaken, zuweilen Flugapparate, in anderen Fällen wiederum besitzen die Früchte Beerenfleisch, welches Vögel anlockt. In den Samen umgibt der gekrümmte Embryo ein mehliges Nährgewebe (Perisperm; Abb. 552, 5).

Die ungeteilten und meist auch ungezähnten Blätter haben keine Besonderheiten, sie sind meist kahl, aber äußerst fein weißlich gestrichelt; dies rührt von den sogenannten Rhaphidenschläuchen her, spindelförmigen Zellen, die Bündel von nadelförmigen Kalkoxalatkristallen

umschließen, wie solche sich übrigens auch bei den Nyctaginazeen häufig finden. Desgleichen hat die Familie mit den Nyctaginazeen das eigentümliche anormale Dickenwachstum des Stammes gemein.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Familie ist gering. Erwähnenswert ist der knoblauchartige Geruch mehrerer südamerikanischer Gattungen, wie Gallesia, Seguieria, Petiveria, der bewirkt hat, daß die Pflanzen von den Eingeborenen als Heilmittel benutzt werden, teils innerlich als schweißtreibende Mittel, teils in Form von Umschlägen oder Bädern.

Die roten Beeren der tropisch-amerikanischen Rivina laevis, einer Art, die sich übrigens auch nach der Alten Welt verbreitet hat, werden bisweilen zum Rotfärben benutzt und zur Herstellung einer unschädlichen Schminke verwendet, weit mehr noch die Beeren mancher Arten der Gattung Phytolacca oder Kermesbeere. Vor allem dienen die schwarzroten Beeren der gemeinen Kermesbeere, Ph. decandra (Abb. 190), hierzu, eines großen, vermutlich nordamerikanischen Krautes, das sich aber seit 1770 von Bordeaux aus nach Deutschland und Italien verbreitete und viel zum Färben von Wein und Zuckerwaren benutzt wird; sein Farbstoff ist aber weniger haltbar als der der Kermeseiche (s. S. 465).

Die jungen Sprosse dieser und anderer Arten der gleichen Gattung (z. B. Ph. esculenta in Südamerika, Ph. acinosa in Ostasien und Indien) werden als Gemüse gegessen, müssen aber gekocht werden, da sie sonst wie die Beeren und frischen Wurzeln abführend und brechenerregend wirken. Während Ph. volubilis aus Chile und Peru sowie zwei afrikanische Arten Kletterpflanzen sind, zeichnet sich Ph. dioica, die zweihäusige Kermesbeere, aus Peru und Argentinien durch ihren baumförmigen Charakter aus und wird im Mittelmeergebiet häufig als schnellwachsender, schön- und großblätteriger Zierbaum in Anlagen kultiviert, während die bereifte Kermesbeere, Ph. pruinosa, ein gabelig verzweigter Strauch, im östlichen Mittelmeergebiet (Kleinasien, Zypern, Nordsyrien) wild vorkommt.

Familie 6: **Aïzoaceae** oder **Eiskrautgewächse.**

Die Aïzoaceae oder Eiskrautgewächse, oft auch Ficoïdeae oder Mesembryanthemaceae genannt, bilden eine aus 18 meist ziemlich artenarmen Gattungen bestehende Familie, trotzdem umfaßt sie über 550 Arten, von denen 400 der Gattung Mesembryanthemum, 60 der Gattung Tetragonia angehören.

Es sind meist kleine, einjährige oder ausdauernde Kräuter und Halbsträucher trockener Gegenden der südlichen Hemisphäre; Bäume und Lianen fehlen ganz. Südafrika ist das Hauptzentrum der Familie, indem dort nicht nur die meisten Mesembryanthemum-Arten wachsen, sondern auch weitere sieben Gattungen der Familie ausschließlich vorkommen gegenüber einer westindischen und drei australischen Gattungen. Wirklich weite Verbreitung haben allein die meist sehr unscheinbare Pflanzen umfassenden Gattungen Mollugo, Glinus, Sesuvium, letztere eine fünf Arten enthaltende Gattung des Meeresstrandes, deren eine Art, S. portulacastrum, sogar beide Hemisphären bewohnt. Die Gattung Trianthema ist altweltlich und dringt nur mit einer Art, T. monogynum, auch nach Amerika vor, Aïzoon ist afrikanisch, sendet aber eine Art, A. canariense, auch nach Vorderindien und Afghanistan, eine andere, A. hispanicum, nach Persien, Süditalien und Spanien. Tetragonia ist afrikanisch und australisch, erreicht aber mit der bekannten Art T. expansa auch Südamerika, Polynesien und Japan. Mesembryanthemum ist zwar eigentlich afrikanisch, doch haben sich einige Arten auch nach Australien, Südeuropa, Polynesien, Vorderindien und sogar bis Chile und Kalifornien verbreitet.

Über die Stammesgeschichte der Familie läßt sich wenig Bestimmtes sagen: es hat den Anschein, als seien viele Gattungen nicht mehr sehr existenzfähig, während anderseits

die eine Gattung Mesembryanthemum auf dem Höhepunkt ihrer Entwickelung steht. Die südafrikanisch-australischen Beziehungen deuten auf alte, längst verschwundene Verbindungen über die Antarktis hin.

Morphologisch schließt sich die Familie den Phytolaccazeen an, unterscheidet sich aber von ihnen dadurch, daß die nur selten einfächerigen Fruchtknoten meist mehrere Samenanlagen enthalten. Die Zahl der Staubgefäße ist häufig groß, und zwar sind dann bisweilen, z. B. bei Mesembryanthemum, die äußeren Staubgefäße in schmale, bunte, blumenblattartige Organe umgewandelt, so daß es den Anschein hat, als habe die Blüte sowohl einen Kelch als auch eine Blumenkrone. Die Blütenhülle ist gewöhnlich in ihrem unteren Teil zu einer Röhre verwachsen. Der Fruchtknoten ist oftmals unterständig, z. B. bei Mesembryanthemum, die Griffel, gewöhnlich drei bis fünf, sind meist fadenförmig, die Samenanlagen umgewendet oder krummläufig. Die Frucht der Eiskrautgewächse ist meist eine in Längsrissen aufspringende (z. B. bei Mesembryanthemum), zuweilen auch mit einem Deckel sich öffnende Kapsel (z. B. bei Sesuvium), selten jedoch eine geschlossen bleibende Nuß oder eine Steinfrucht, wie z. B. bei der drei bis fünf Steine in jeder Frucht beherbergenden Gattung Tetragonia. Die Samen enthalten einen das Nährgewebe umgebenden gekrümmten Keimling.



Abb. 191: Eiskrautgewächse (Aïzoaceae) I.
Tetragonia expansa: 1) Zweig mit Blüten und Früchten; 2) Blüte, vergr.; 3) Frucht, vergr.; 4) Querschnitt durch die Frucht, vergr.

Wuchs und Blattform zeigen gewöhnlich Anpassungserscheinungen an trockene Standorte. Die unterirdischen Teile übertreffen häufig an Größe die oberirdischen bedeutend, indem die starkentwickelte holzige Wurzel ausdauert und als Speicher für die Reservestoffe dient. Die Blätter sind oft sehr schmal und klein, zuweilen sogar zu Schuppen reduziert, so daß die ginsterartig aussehenden Zweige fast blattlos erscheinen. Das Gegenstück dazu sind Sukkulenten, fleischige Formen, bei denen die Blätter dick und häufig auch recht breit, mit stark ausgebildetem Wassergewebe versehen und daneben nicht selten durch Haare oder Filz oder durch Papillen gegen Wasserverlust geschützt oder mit Kalkinkrustationen bedeckt sind (Abb. 192, C und D). Die Blätter stehen oft gegenständig, entbehren meist der Nebenblätter, verwachsen aber bei Mesembryanthemum zuweilen miteinander zu tutenförmigen Scheiden oder sogar derart stark, daß sie einen einheitlichen fleischigen Körper bilden, mit einem Loch an der Spitze, aus dem die Blüte hervortritt.

Interessant ist die starke Hygroskopie der Früchte vieler Mesembryanthemum-Arten; sie öffnen sich nur bei feuchter Witterung, was natürlich der Fortpflanzung in den Dürrgebieten Südafrikas sehr zustatten kommt.

Das Holz ist anormal gebaut, indem die Tätigkeit des Kambiums frühzeitig erlischt und dafür nachträglich ein oder mehrere Verdickungsringe auftreten.

Der ökonomische Wert der Familie ist gering; am wichtigsten ist noch der weitverbreitete sogenannte neuseeländische Spinat, Tetragonia expansa (Abb. 191), der seinen lateinischen Gattungsnamen von den vierkantigen Früchten herleitet. Er liefert in seinen Blättern ein schmackhaftes Gemüse und wird daher zuweilen kultiviert.

Auch einige Mesembryanthemum-Arten werden als Gemüse benutzt und sogar zum Anbau empfohlen; manche Arten, z. B. die in Südafrika und auf den Kanarischen Inseln heimische gelb- oder purpurblütige Hottentottenfeige, M. edule, sowie das auch in Amerika



Abb. 192: Eiskrautgewächse (Aïzoaceae) II und Portulakgewächse (Portulacaceae) I.

A) Mesembryanthemum spectabile: 1) Zweig mit Blüten; 2) Staubgefäß, vergr.; 3) Frucht. B) M. frutescens: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte im Längsschnitt, vergrößert. C) M. crystallinum: Zweig mit Blüten. D) M. echinatum: Zweig mit Blüten. E) Portulaca oleracea: 1) Zweig mit Blüten; 2) Fruchtstand; 3) Same, vergrößert.

und Australien verbreitete M. acinacifolium haben süße, eßbare Früchte. Ferner dienen die Blätter mancher Mesembryanthemum-Arten Südafrikas dem Vieh und den Menschen zum Stillen des Durstes in Zeiten des Wassermangels, die Samen einzelner Arten in Zeiten der Not als Nahrungsmittel.

Das gelbblütige spanische Immergrün, Aïzoon hispanicum, wird gelegentlich im Mittelmeergebiet, ebenso wie auch einige Arten der Gattung Mesembryanthemum, zur Darstellung von Soda verwendet; Mesembryanthemum crystallinum wurde hierzu früher auf den Kanarischen Inseln sogar im großen angebaut.

Als Zierpflanzen kommen nur die Arten der Gattung Mesembryanthemum oder Mittagsblume in Betracht, die ihren Namen daher erhalten haben, daß die zuerst entdeckten Arten sich erst während der Mittagssonne entfalten. Wegen der vielen blumenblattähnlichen, umgebildeten Staubgefäße (Staminodien) werden sie auch als Zaserblumen bezeichnet.

Wegen ihrer hübschen bunten, gelb, purpurn, scharlachrot oder weiß, zuweilen rosa oder orange gefärbten, auch gestreiften bzw. gefleckten Blüten sowie wegen der interessanten und mannigfaltig geformten, häufig blaugrünen und manchmal gefleckten Blätter verdienen sie in der Tat Beachtung als Zierpflanzen. Am bekanntesten ist das weißblütige Eiskraut, M. crystallinum (Abb. 192, C), das, ursprünglich wohl am Kap heimisch, durch Meeresströmungen und den Menschen jetzt eine weite Verbreitung erlangt hat und im Mittelmeergebiet, in Australien und Kalifornien nicht nur heimisch geworden ist, sondern stellenweise, z. B. bei Alicante in Spanien, wie am Kap, ganze Felsen bedeckt. Ihren deutschen und lateinischen Namen hat diese hübsche Pflanze daher, daß ihre Blätter mit wasserhellen, an Eistropfen erinnernden Drüsenzellen bedeckt ist. Ähnliche Erscheinungen finden sich übrigens auch bei Sesuvium crystallinum und Trianthoma crystallinum. Die Tiger-Zaserblume, M. tigrinum, hat gegenüberstehende dicke, am Rande langgefranste Blätter, die mit einem offenen Tigerrachen verglichen werden. Die Aster-Zaserblume, M. tripolium, die ebenso wie andere Arten, z. B. M. nodiflorum, M. spectabile, M. acinaciforme und andere, häufig als Topfpflanze kultiviert wird, ist durch besonders schnell im Wasser sich öffnende und beim Austrocknen sich wieder schließende Kapseln gekennzeichnet. Die Früchte dieser Pflanze gelangten früher als Blumen von Kandia in den Handel. Eine Reihe von Mesembryanthemum-Arten werden mit Kakteen zusammen als Zwerg-Topfpflanzen gezogen.

Familie 7: **Portulacaceae** oder **Portulakgewächse.**

Die Familie der Portulacaceae oder Portulakgewächse umfaßt 17 Gattungen und etwa 210 meist krautige, seltener strauchige Arten. Sie stammt im Gegensatz zu den Mesembryanthemazeen vor allem aus Amerika, wo drei Gattungen in Kalifornien zu Hause sind, fünf in Neumexiko, auf den Galapagosinseln, im extratropischen Südamerika und in Chile; zwei Gattungen (Anacampseros und Portulacaria) sind südafrikanisch, vorzugsweise Bewohner und Charakterpflanzen der Karu, während Hectorella eine neuseeländische Bergpflanze ist. Alle diese Gattungen sind ziemlich arm an Arten, während die viele Formen umfassenden Gattungen Talinum, Calandrinia, Claytonia und Portulaca mehrere Kontinente bewohnen, Talinum Amerika und Afrika mit Ausstrahlung nach Arabien und Indien, Calandrinia das andine Amerika von Mexiko bis Chile sowie Australien, Claytonia in der Hauptsache das arktische Asien und Amerika, zum Teil aber auch das atlantische Amerika, Mexiko, Kuba und mit einer Art sogar Australien und Neuseeland; Portulaca ist dagegen im wesentlichen eine tropische, besonders südamerikanische und australische Gattung. Die weiteste Verbreitung hat aber zweifellos Montia, deren wenige Arten als winzige Ufer- und Wasserpflanzen natürlich durch Wasservögel leicht verschleppt werden können; immerhin ist es merkwürdig, daß sie in Nordasien, ganz Europa, Nordafrika und im nordwestlichen Nordamerika vorkommt, anderseits wieder in den Anden Perus und Chiles sowie schließlich in Australien und Neuseeland, während sie die Tropen und Subtropen durchaus meidet.

Da keinerlei fossile Reste bekannt sind, so kann man sich über die Entwickelungsgeschichte dieser Familie nur Vermutungen hingeben; es liegt nahe, anzunehmen, daß sie sich von Amerika über die Antarktis nach Südafrika und Neuseeland, über die Arktis nach der kalten und gemäßigten Zone der Alten Welt verbreitet habe.

Die Familie steht trotz vielfacher habitueller Ähnlichkeit den Aizoazeen weniger nahe als den Karyophyllazeen, indem bei ihr die Blütenhülle ebenso wie bei den letzteren deutlich in Kelch und Blumenkrone geschieden ist. Freilich sind bei den Portulakazeen nur zwei Kelchblätter entwickelt, während bei den Karyophyllazeen Kelch- und Blumenkronblätter in gleicher Zahl auftreten. Auch die grundständige Zentralplazenta des Fruchtknotens ist beiden Familien gemein, ferner haben beide im Gegensatz zu den Aizoazeen kein unregelmäßiges sekundäres Dickenwachstum.

Eine größere wirtschaftliche Bedeutung hat die Familie nicht. Am wichtigsten ist die Gattung Portulaca, die mit 20 Arten in den Tropen und Subtropen beider Hemisphären verbreitet ist, aber ihr Hauptzentrum jedenfalls in Amerika hat. Der gemeine Portulak, P. oleracea, auch in volkstümlicher Umformung des lateinischen Wortes als Burzelkraut oder Purzelkraut bekannt, ist ein ursprünglich der Alten Welt angehörendes, namentlich in wärmeren Gegenden ganz allgemein verbreitetes, kleines, auf der Erde hinkriechendes Unkraut mit gelben Blüten.

In der Kultur erlangt die Pflanze bald einen kräftigeren Wuchs, var. sativa (Abb. 192, E), und ist ein vielbenutztes Salat-, Suppen- und Gemüsekraut; die Alten verwendeten dieses als schwach abführendes Mittel; daher der Name (von portula, Diminutiv von porta). Auch andere Arten der Gattung werden in ihrer Heimat in ähnlicher Weise verwertet, desgleichen einige Arten der Gattung Talinum. Portulaca grandiflora, eine brasilische Art, wird in verschiedenen Blütenfarben, auch gefüllt oder mit zerschlitzten Blumenblättern, als Zierpflanze kultiviert.



Abb. 193: Portulakgewächse (Portulaceae) II.
Claytonia perfoliata: 1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten und Griffel, vergrößert; 4) Frucht mit Samen, vergr.

Als Zierpflanzen kommen vor allem mehrere Arten der über 60 Arten umfassenden Gattung Calandrinia in Betracht. Die Blüten der kultivierten Arten sind meist rosafarben oder rot, die chilenische C. discolor hat unterseits purpurrote Blätter, C. grandiflora, gleichfalls aus Chile, ist durch über 3 cm große, rosafarbene Blüten gekennzeichnet.

Biologisch interessant ist, daß die südafrikanische Gattung Anacampseros ihre Blüten nur im Sonnenschein entfaltet, und daß die recht eigenartige Gattung Hectorella in ihrer einzigen Art, H. caespitosa, auf den Berggipfeln Neuseelands in 1300—2000 m Meereshöhe dichte, kissenartige, mit weißen Blumen gespickte Rasen bildet, indem die lederartigen Blätter dicht dachziegelförmig übereinanderliegen.

Eine stark verdickte Wurzel hat vor allen die kalifornische Auferstehungspflanze, Lewisia rediviva, eine merkwürdige, fast stengellose Pflanze mit einer dichten Rosette fleischiger, linealer Blätter und großen, kurzgestielten, aus vielen rosafarbenen Blumenblättern bestehenden Blüten. Die im rohen Zustande brennend aromatischen Wurzeln dienen gekocht den Indianern als wichtiges Nahrungsmittel. Der Name „rediviva" rührt daher, daß Pflanzen, die zwei Jahre im Herbarium lagen, sich noch als wachstumsfähig erwiesen: selbst kurzes Abbrühen mit kochendem Wasser zerstörte nicht die Lebenskraft des tief versteckt liegenden und dadurch gegen die Überhitzung einigermaßen geschützten Vegetationspunktes.

Knollenpflanzen finden sich in der Gattung Claytonia; die verdickte Stengelbasis der virginischen Claytonie, C. virginiana, vermag sogar als Nahrungsmittel zu dienen. Diese Art sowie C. sibirica und besonders die durchwachsene Claytonie, C. perfoliata (Abb. 193), so benannt wegen ihrer zusammengewachsenen und daher scheinbar vom Stengel durchwachsenen Blätter, werden auch in Deutschland in den botanischen Gärten kultiviert. Das Verbreitungsgebiet der letzteren Art ist merkwürdig ausgedehnt, von Alaska bis Mexiko und Kuba; sogar in England ist sie heimisch geworden.

In Deutschland ist neben der eingeschleppten, aber jetzt schon fast eingebürgerten Portulaca oleraceae sowie der gleichfalls hier und da verwilderten Claytonia perfoliata nur die Gattung Montia oder Montie heimisch, von der die Botaniker je nach ihrem Standpunkt eine, zwei oder drei Arten unterscheiden. Die Ufermontie, M. minor oder M. fontana, ist die Landform mit ausgebreiteten Ästen und glanzlosem Samen, die Bachmontie, M. rivularis (Abb. 194), ist die Wasserform mit untergetauchten, flutenden Stengeln und glänzenden Samen, M. lamprosperma eine Zwischenform mit glänzenden Samen, aber aufrechten Stengeln. Alle sind sehr unscheinbare Kräuter mit kleinen, weißen Blüten und kleinen Fruchtkapseln, die aufspringen und, indem sie die Klappen einrollen, die minimalen Samen fast 1 m, unter Umständen sogar 2 m weit fortschleudern.

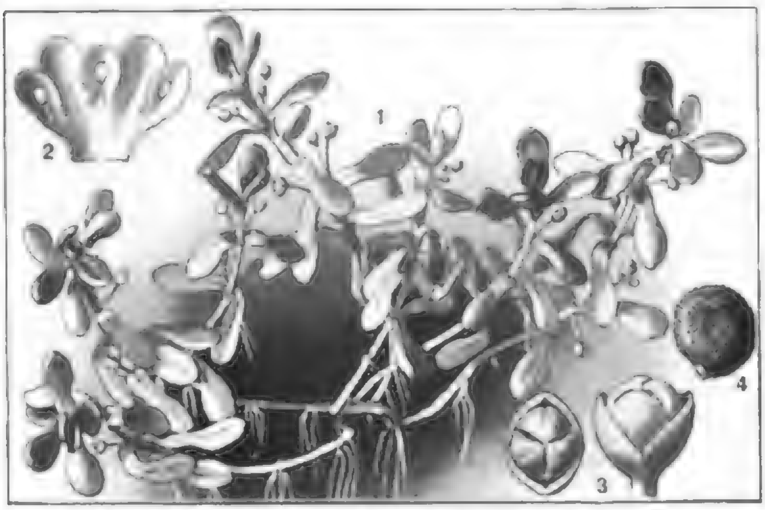


Abb. 194: Bachmontie (Montia rivularis).
1) Blühende Pflanze; 2) Blütenhülle mit Staubgefäßen, aufgeschnitten, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Same, vergrößert.

Familie 8: Basellaceae oder Basellgewächse.

Die nur etwa 15 Arten umfassende Familie der Basellaceae oder Basellgewächse enthält fünf Gattungen, die bis auf die Gattung Basella, bei der die Heimat zweifelhaft ist, weil die Pflanze überall angebaut wird, sämtlich ausschließlich amerikanisch, und zwar im wesentlichen andin, sind. Die Gattung Boussingaultia hat 10 Arten, alle anderen Gattungen sind jedoch monotyp, d. h. sie enthalten nur je eine Spezies.

Die Basellgewächse sind durchgehends windende, mehr oder weniger fleischige Kräuter mit ungezähnten, dicken Blättern und zu Trauben oder Ähren angeordneten, meist unscheinbaren grünen, weißen oder rötlichen bzw. violetten Blüten; diese bestehen aus einem zweiblätterigen Kelch und einer gewöhnlich fünfblätterigen Blumenkrone, und zwar sind die Blumenblätter meist teilweise miteinander verwachsen. Die fünf Staubgefäße befinden sich vor den Blumenblättern und sind deren Basis angefügt. Der von einem meist dreinarbigen Griffel gekrönte Fruchtknoten ist nur einfächerig und enthält eine der Basis angeheftete, krummläufige Samenanlage. Die geschlossen bleibende Frucht ist von der Blütenhülle umgeben und umschließt einen einzigen Samen, dessen Keimling mehr oder weniger spiralig eingekrümmt in dem Nährgewebe liegt (Abb. 196). Die Wurzelstöcke sind knollig verdickt oder tragen (bei Ullucus) Seitenzweige, die am Ende zu kartoffelartigen Knollen

anschwellen. Anatomisch interessant ist die nachträgliche Bildung von Baststrängen mit Siebröhren innerhalb des Holzteiles. Diese Vermehrung des Bildungsstoffe leitenden Gewebes hängt offenbar mit der kletternden Lebensweise der Pflanzen zusammen.

Die Verwandtschaftsverhältnisse weisen deutlich auf die Portulakazeen hin, von denen die Basellazeen wohl eine durch Schlinganpassungen modifizierte und in bezug auf die Samenanlagen stark reduzierte Seitenreihe sind.



Abb. 195: Basellgewächse (Basellaceae).

A) Boussingaultia baselloïdes: 1) Blühender Zweig; 2) und 3) Blüten, vergrößert; 4) Fruchtknoten im Längsschnitt mit Griffel, vergrößert; 5) und 6) Frucht. B) Ullucus tuberosus: 1) Zweig mit Blüten und Knollen; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten, vergr.; 4) u. 5) Frucht, vergr.; 6) Same, vergr.; 7) Same im Querschnitt, vergr.

Die Knollen-Baselle, Ullucus tuberosus (Abb. 195), deren Blumenblätter lange Anhängsel haben, liefert eine der sogenannten andinen Knollen, die besonders in Ekuador als wichtiges Nahrungsmittel in der Art wie bei uns die Kartoffel benutzt wird; ihre Kultur wurde in Europa verschiedentlich versucht, jedoch reift die Knolle spät und schmeckt weniger gut als die Kartoffel. Auch die Basellkartoffel, Boussingaultia baselloïdes (Abb. 195, A), wird in den Anden wegen ihrer Knollen kultiviert, jedoch sind diese schleimig und geschmacklos. Außerdem wird sie häufig als Zierpflanze kultiviert, freilich weniger oft als die viel zierlichere Anredera scandens, ein Schlinggewächs mit kahnförmigen Kelchblättern und halbdurchsichtigen Blüten. Das Verbreitungsgebiet dieser Pflanze sind die Anden, doch geht sie

nördlich bis Texas herauf und wird auch in der Alten Welt, besonders in Ägypten und auf den Philippinen, häufig angepflanzt.

Eine Reihe Arten dieser kleinen Familie werden als Gemüse angebaut, besonders die weiße Baselle, Basella alba (Abb. 196), die in allen wärmeren Ländern als Suppenkraut verwendet wird und durch die in kurzen Ähren sitzenden kleinen weißen bis violetten Blüten und die stark miteinander verwachsenen, bei der Reife fleischig werdenden Blumenblätter gekennzeichnet ist.



Abb. 196: Weiße Baselle (Basella alba).

1) Zweig mit Blüten und Frucht; 2) Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 3) Fruchtknoten und Griffel, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Frucht im Querschnitt, vergrößert.

Familie 9: Caryophyllaceae oder Nelkengewächse.

Die Caryophyllaceae oder Nelkengewächse bilden die letzte und am höchsten stehende Familie der Centrospermae und zeichnen sich durch die große Zahl der Gattungen und Arten vor allen anderen Familien der Reihe aus; die 62 Gattungen enthalten nicht weniger als 1450 Arten, vorwiegend Kräuter oder Halbsträucher der gemäßigten Zone. Die etwas höhere Stellung dieser Familie drückt sich einerseits darin aus, daß nicht nur die Blütenhülle wie bei den Portulakazeen und Basellazeen in Kelch und Blumenkrone gegliedert ist, sondern daß auch der Kelch aus ebenso vielen, d. h. im allgemeinen aus vier bis fünf, Teilen besteht wie die häufig schöngefärbte Blumenkrone, und schließlich darin, daß die Staubblätter sehr häufig zwei Kreise bilden, also in Acht- oder Zehnzahl vorhanden sind.

Je nachdem die Kelchblätter getrennt oder miteinander verwachsen sind, unterscheidet man zwei Unterfamilien, die Alsinoïdeae und die Silenoïdeae. Der oberständige Fruchtknoten enthält gewöhnlich an einer grundständigen, säulenförmigen Zentralplazenta sitzend zahlreiche krummläufige oder umgewendete Samenanlagen, seltener ist er, und auch dann gewöhnlich nur unvollständig, gefächert. Die Zahl der Griffel beträgt je nach der Zahl der Fruchtblätter, die den Fruchtknoten bilden, zwei bis fünf; häufig sind die Griffel jedoch mehr oder weniger verwachsen. Die Frucht ist gewöhnlich eine Kapsel, die entweder an der Spitze oder vom Grunde aus aufspringt, oft aber auch ganz geschlossen bleibt; Beerenfrüchte sind in dieser Familie seltener. Die kleinen, meist nierenförmigen oder rundlichen Samen enthalten im stärkehaltigen Nährgewebe einen gewöhnlich gekrümmten Keimling. Die zu Doldentrauben vereinten Blütenstände bilden meist reichblütige und verzweigte Infloreszenzen. Die Blätter sind gewöhnlich schmal und ähneln häufig den Grasblättern; meist stehen sie sich paarweise gegenüber.

Anatomisch ist für diese Familie ein bei fast allen Angehörigen vorhandener Festigungsring außerhalb der Gefäßbündel des Stengels charakteristisch, der meist aus verholzten Zellen, häufig auch aus Kork, zuweilen aus kollenchymatischen Zellen besteht. Unregelmäßige Holzstruktur wie bei den Aizoazeen ist nur einzelnen Arten eigen.

Im Gegensatz zu den übrigen Familien der Reihe haben die Caryophyllaceae ihre Hauptverbreitung in der nördlichen gemäßigten Zone, und zwar gilt dies für die Unterfamilie der Silenoïdeae noch mehr als für die der Alsinoïdeae, welch letztere ein zweites Entwickelungszentrum im antarktischen Gebiet hat, mit dem das nordische Zentrum durch zahlreiche Bewohner der Anden mehr oder weniger verbunden ist. Daß sich einige besondere Gattungen auf den Sandwichinseln finden, kann wohl als Beweis dafür angesehen werden, daß die Familie schon in längstvergangenen Zeiten existierte, als die polynesische Inselwelt noch durch Landbrücken mit den benachbarten Kontinenten verbunden war. Gleichfalls auf das hohe Alter der Familie deutet das gleichzeitige Vorkommen der Gattung Colobanthus im antarktischen Amerika, in Australien und Neuseeland.

Merkwürdig gering ist die Anpassungsfähigkeit der Familie an heiße Klimate: außer der mit 30 Arten in den gesamten Tropen verbreiteten Gattung Drymaria findet man eigentliche Vertreter der Familie kaum in den warmen Gebieten der Erde. Auch die beiden auf den Sandwichinseln vorkommenden Gattungen Schiedea und Alsinodendron, letzteres eine monotype, strauchige Gattung des Berglandes, bewohnen doch nur die Grenzen der Tropen. Zwar senden manche kosmopolitische oder weitverbreitete Gattungen, wie Silene, Cerastium, Sagina, Spergula, Tissa, Stellaria, Alsine, Arenaria und Corrigiola, einige Vertreter in die Tropen, aber diese Vertreter sind in der Regel daselbst nur auf die Gebirge beschränkt. In die tropischen Gebirge dringt auch die Gattung Uebelinia vor, die mit einer Art Abessinien, mit der anderen den Kilimandscharo bewohnt. Bis nahe zur Schneegrenze reicht die Gattung Pycnophyllum heran, deren schuppenblätterige, häufig niederliegende Stengel in den Anden dichte Rasen bilden. Sie hat ihre nächsten Verwandten in den Kerguelen, in der gleichfalls rasenbildenden, schuppenblätterigen Gattung Lyallia, deren einzige Art, L. kerguelensis, äußerlich der Portulakazeengattung Hectorella Neuseelands ähnelt. Im Gegensatz zu Australien ist Südafrika sehr arm an Karyophyllazeen, und auch die Anden beherbergen nur wenige Gattungen dieser Familie.

In Mexiko, Kalifornien usw. ist die Familie stärker vertreten, desgleichen in den Ebenen der nördlichen gemäßigten Zone; besondere Anreicherungen weisen die Gebirge, namentlich die Alpen sowie der Himalaja, auf, aber alles das ist nichts gegenüber der Massenhaftigkeit ihres Auftretens in dem Mittelmeergebiet und daran anschließend im orientalisch-nordafrikanischen Steppengebiet. Bis nach Sokotra, Aden und dem westlichen Tibet sendet die Familie Vorposten aus, die freilich meist nur aus je eine Art enthaltenden Gattungen bestehen.

Wie die andinen und antarktischen Gattungen durch dichtgedrängte Schuppenblätter, so sind die Typen der ariden Gegenden meist durch stachel- oder nadelförmige Blätter gekennzeichnet; außerordentlich stachelbewehrt ist vor allem die kleine Drypis spinosa, die von der Balkanhalbinsel bis nach Kärnten reicht.

Auch die in den feuchteren Gebieten der nördlichen Zone vorkommenden Typen haben häufig noch äußerst schmale, wenn auch weichere Blätter, wie z. B. Alsine verna (Abb. 210), Sagina apetala (Abb. 209) und Moehringia muscosa (Abb. 212), sowie die Spergula- und Tissa-Arten (Abb. 213), bei anderen sind die Blätter zwar breiter, aber doch sehr klein, wie z. B. bei Herniaria glabra (Abb. 215), Illecebrum verticillatum (Abb. 214), Scleranthus (Abb. 216) und Arenaria serpyllifolia; zuweilen kommen aber doch auch größere Blätter vor, weniger bei den Alsinoïdeae, z. B. bei dem feuchte Stellen liebenden Malachium aquaticum (Abb. 207), als bei den Silenoïdeae, z. B. bei Lychnis, Melandryum,

Cucubalus und Saponaria, welch letztere Formen nach den Gattungen der Sandwichinseln wohl die größtblätterigen Formen der Familie darstellen.

Es ist klar, daß eine Familie mit so zartem vegetativen Bau nicht die Konkurrenz mit den mächtig aufstrebenden Pflanzen der Waldgebiete bestehen kann, und daher wagen sich ihre Mitglieder auch meist nur ganz schüchtern in offene, lichte Waldstellen: im allgemeinen sind es Pflanzen der Wiesen, Raine, Waldränder, trockenen Hügel und Triften.



Abb. 197: Kornrade (Agrostemma githago).

1) Zweig mit Blüten; 2) Staubgefäß und Blumenblatt, vergrößert; 3) Staubgefäße und Fruchtknoten mit Griffel, vergrößert; 4) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Der Nutzen dieser Familie für den Menschen ist sehr gering und würde geradezu verschwindend klein sein, wenn nicht eine größere Anzahl Vertreter von ihr beliebte Gartenpflanzen wären. Früher wurden manche Arten in der Volksmedizin verwendet, z. B. die Kornrade, die Nelke, der Hühnerbiß, Leimkrautarten, die Lichtnelken, der Knauel, das Bruchkraut usw., jedoch tritt dies wenigstens in Deutschland immer mehr zurück; die Wurzel von Silene macroselen, ein abessinisches Bandwurmmittel, wird dagegen noch heute unter dem Namen Radix ogkert oder sarsari nach Europa exportiert, während die früher als Radix behen albi offizinelle Wurzel des bei uns gemeinen Taubenkropfes, Silene venosa oder vulgaris, nicht mehr verwendet wird. Mittelbar nützlich war früher der Knauel auch insofern, als der rote Farbstoff einer auf seinen Wurzeln, namentlich in Osteuropa, lebenden Lackschildlaus verwertet wurde. Wichtiger ist die durch ihren Saponingehalt im Wasser schäumende Wurzel des echten Seifenkrautes, Saponaria officinalis, die noch heute zum Waschen benutzt wird, obgleich sie immer mehr durch die Quillajarinde verdrängt wird. Dem gleichen Zweck dienen in Sibirien unter dem Namen Tataren- oder Kuckucksseife die Wurzel der chalzedonischen Lichtnelke, Lychnis chalcedonica, im Mittelmeergebiet die Wurzel der levantinischen, ägyptischen oder spanischen Seifenwurzel, Gypsophila struthium. Ein altes, namentlich auf sandigem Boden angesiedeltes Kulturgewächs ist Spergula arvensis, deren Anbau aber immer mehr durch die Kultur genügsamer Leguminosen, wie Lupinen und Serradella, zurückgedrängt wird.

Die Unterfamilie der **Silenoïdeae**, die durch die miteinander verwachsenen Kelchblätter und die freien Griffel gekennzeichnet ist, zerfällt in die Gruppen der Lychnideae und der Diantheae. Die ersteren haben längsgerippte Kelche und in der Knospenlage wechselwendige Blumenblätter, die letzteren nicht gerippte Kelche und in der Knospenlage gedrehte Blumenblätter.

Zu der ersten Gruppe gehören von heimischen Gattungen die Rade, Agrostemma, die Pechnelke, Viscaria, das Leimkraut, Silene, die Lichtnelke, Lychnis, die gleichfalls als

Lichtnelke bezeichnete Gattung Melandryum, der Hühnerbiß, Cucubalus, außerdem die in den Alpen mit fünf Arten verbreitete Gattung Heliosperma, die kleine pyrenäische Gattung Petrocoptis, die ostalpine, schon genannte monotype Gattung Drypis sowie eine afrikanische Berggattung, Uebelinia.

Am bekanntesten ist die Gattung Rade oder Agrostemma, da zu ihr die wahrscheinlich aus dem Mittelmeergebiet stammende, mit dem Wintergetreide überallhin verschleppte, aber stets auf das Getreide angewiesene Kornrade, Agrostemma githago (Abb. 197), gehört, während die andere Art der Gattung nur auf Kleinasien beschränkt ist.

Die purpurroten Blüten der Kornrade wurden, ebenso wie heutzutage, schon von den Alten zu Kränzen benutzt; daher der Name, aus ἀγρός (Feld) und τέμμα (Kranz) gebildet. Dioscorides bezeichnete die Pflanze schon sehr richtig als Feldnelke, λυχνίς ἀγρία. Weniger bekannt ist es, daß die Samen dieses schönen, aber lästigen Unkrautes giftige Eigenschaften haben, die besonders dem Geflügel und den Schweinen schädlich werden können. Schon aus diesem Grunde empfiehlt sich eine Säuberung des Getreides, die häufig durch besondere „Radensiebe" geschieht.

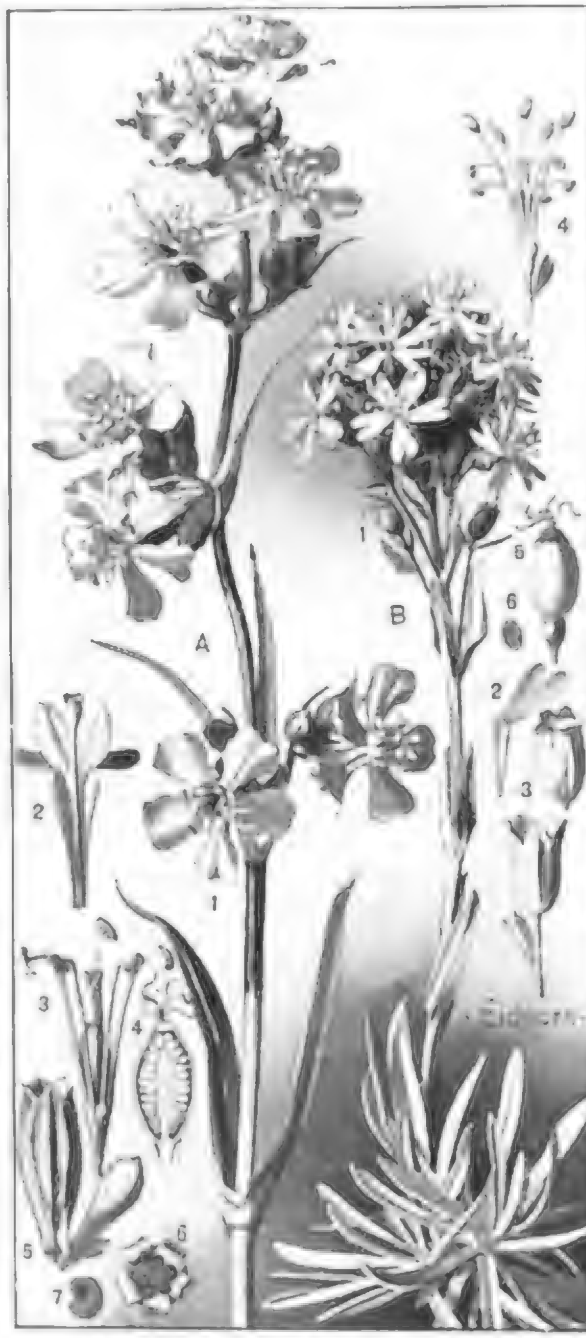


Abb. 198: Pechnelke (Viscaria).

A) Viscaria vulgaris: 1) Blühende Pflanze; 2) Blumenblatt und Staubgefäß, vergrößert; 3) Staubgefäße und Fruchtknoten, vergrößert; 4) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 5) Kelch, vergrößert; 6) aufgesprungene Frucht von oben, vergrößert; 7) Same, vergrößert.
B) V. alpina: 1) Blühende Pflanze; 2) Blumenblatt, vergrößert; 3) Kelch, vergrößert; 4) Staubgefäße mit Griffel, vergr.; 5) Frucht, vergr.; 6) Same, vergrößert.

Die Gattung Viscaria oder Pechnelke hat ihren Namen daher, daß der im übrigen kahle Stengel unterhalb der einzelnen Gelenke bei den meisten Arten kleberig ist, was wohl einen Schutz gegen unbefugten Besuch der Blüten darstellt.

Von den fünf Arten dieser Gattung findet sich in Deutschland an sonnigen, buschigen Hängen und auf trockenen Wiesen meist häufig die gemeine Pechnelke, auch Mückenfang genannt, Viscaria vulgaris (Abb. 198, A), ein zierliches Kraut mit hellroten, selten weißen Blüten; ihre Verbreitung reicht bis Westsibirien, zum Kaukasus und Mittelmeer. Die Alpen-Pechnelke, V. alpina (Abb. 198, B), ist arktisch-alpin, d. h. sie wächst sowohl in nordischen Gegenden als auch in den Alpen, ja sogar noch in den Pyrenäen; sie hat keine Klebringe am Stengel.

Außerordentlich zahlreich sind die Arten der Gattung Leimkraut oder Silene: nicht weniger als 300 Arten sind bekannt, die größtenteils die nördliche gemäßigte Zone, besonders das Mittelmeergebiet, bewohnen, aber bis Mexiko und zu den tropisch afrikanischen Gebirgen einerseits, bis in die arktische Region anderseits ausstrahlen; allein in Deutschland kommen gegen 17 Arten vor.

Die häufigste Art ist der auf trockenen Wiesen und an sonstigen unbebauten Orten gemeine Taubenkropf oder das blasige Leimkraut, Silene venosa, auch als S. inflata oder vulgaris bekannt (Abb. 199, C), von anderen deutschen Arten leicht zu unterscheiden durch den aufgeblasenen, netzaderig-häutigen Kelch und die großen weißen, tiefgespaltenen Blumenblätter. Die Küstenform wird häufig als besondere Art, S. maritima, abgetrennt. Einen schmalen, walzigen Kelch und weiße, tiefgespaltene, aber sehr schmale und unterseits häufig grünliche Blumenblätter hat das nickende Leimkraut, Silene nutans (Abb. 199, A), das auf trockenen Hügeln und an Waldrändern gemein ist. Die meisten übrigen deutschen Arten der Gattung finden sich nur in beschränkten Gebieten oder an speziellen Lokalitäten, so das kleberige Leimkraut, S. viscosa, nur auf der Insel Hiddensee bei Rügen, daneben noch in Böhmen und Mähren, das Hain-Leimkraut, S. italica oder nemoralis, in waldigen Gebieten Sachsens und Böhmens, das tatarische Leimkraut, S. tatarica, an sandigen Flußufern im östlichen Deutschland. Das grünblätterige Leimkraut, S. chlorantha, ist dagegen eine Pflanze der ostdeutschen Grashügel und Nadelwälder, dringt aber freilich westlich bis Thüringen vor. Westdeutschland beherbergt im Rheingebiet das Kegel-Leimkraut, S. conica, mit kegelförmigem Kelch und rosafarbenen Blüten, das Kugel-Leimkraut, S. conoidea, im Luxemburgischen, sowie das auch häufig kultivierte blaugrüne Garten-Leimkraut, S. armeria, mit länglichem zehnrippigen Kelch und kirschroten Blumenblättern. Auf den Nordseeinseln ist das Ohrlöffel-Leimkraut, S. otites, mit grünlichen Blüten, heimisch. Das französische Leimkraut, S. gallica, findet sich unter der Saat, auf Leinfelder beschränkt sind S. linicola und S. cretica.



Abb. 199: Leimkraut (Silene).

A) Silene nutans: 1) Blühende Pflanze; 2) Blumenblatt, Staubgefäß und Fruchtknoten, vergrößert; 3) Fruchtknoten im Querschnitt, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert; 6) Same, natürliche Größe.
B) S. acaulis: 1) Kleines Polster mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert; 3) Fruchtknoten im Längsschnitt; 4) Frucht; 5) Same, vergrößert; 6) Same, nat. Gr.
C) S. vulgaris: 1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, aufgeschnitten, vergr.; 3) Frucht; 4) Frucht im Querschnitt; 5) Same, vergr.; 6) Same im Längsschnitt, vergr.

Felsige Orte der süddeutschen Gebirge bewohnt das Felsen-Leimkraut, S. rupestris, im Geröll und zwischen Felsen der Alpen wachsen das vierzähnige Leimkraut, S. quadrifida, und vor allem das bis zum ewigen Schnee vordringende und auch auf den Alpenwiesen gemeine stengellose Leimkraut, Silene acaulis (Abb. 199, B), dessen kleine, einzelnstehende Blüten mit ihren rosafarbenen, zuweilen auch weißen, kaum ausgerandeten Blumenblättern die polsterförmigen Rasen der kurzen Blattzweige nicht überragen. Diese jedem Alpenwanderer bekannte Pflanze ist eine der schönsten Zierden der Hochgebirge, jedoch steigt sie im Bette der Gebirgsbäche auch ziemlich tief, bis 1600 m ü. M., herab. Es gibt noch zahlreiche andere Arten in den Alpen, die dort zum Teil nur eine ganz enge Verbreitungszone haben.

Nur zehn ausschließlich die Alte Welt, besonders Sibirien, bewohnende Arten umfaßt die Gattung Lychnis oder **Lichtnelke**, zu der einige recht beliebte Zierpflanzen gehören. Wirklich wild ist in Deutschland nur die bekannte **Kuckucksblume** oder der **Kuckucksspeichel**, L. flos cuculi (Abb. 200, A), die auf allen Wiesen gemein und durch ihre zerschlitzten, fleischroten, seltener weißen Blumenblätter auffällig ist; ihren Namen hat sie von dem im Volksmund als Kuckucksspeichel bekannten Schaum der häufig auf ihr nistenden Schaumzikade.



Abb. 200: **Lichtnelke** (Lychnis).

A) L. flos cuculi: 1) Blütenstand; 2) Blatt; 3) Blumenblatt und Staubgefäße, vergrößert; 4) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 5) Frucht, vergrößert; 6) Same, vergrößert. B) L. tomentosa: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blumenblatt mit Staubgefäßen, vergrößert; 3) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 4) Diagramm der Blüte; 5) Frucht im Längsschnitt, vergr.; 6) Same, vergr.; 7) Same im Längsschnitt, vergr. C) L. chalcedonica: 1) Zweig mit Blütenstand; 2) Blüte, vergr.; 3) Blüte im Längsschnitt, vergr.; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Als Zierpflanzen sind bemerkenswert die **großblätterige Lichtnelke**, L. grandiflora, mit scharlachroten Blüten, die namentlich in ihrer japanischen Heimat in vielen Varietäten kultiviert wird, die aus Kleinasien und Sibirien stammende **chalzedonische Lichtnelke**, auch **Jerusalemsblume**, **Feuernelke** oder **brennende Liebe** genannt, L. chalcedonica (Abb. 200, C), die in scharlach- bis fleischroten und weißen Varietäten kultiviert wird, sowie schließlich die **Veriernelke** oder **Kranzrade**, L. tomentosa oder coronaria (Abb. 200, B), eine dicht weißfilzige Pflanze mit großen, purpurroten Blumen, die aus Südeuropa stammt, wo sie schon von den alten Griechen zu Kränzen benutzt wurde; sie wird auch zuweilen in Deutschland verwildert gefunden, besonders an alten Burgen und Mauern. Gleichfalls südeuropäisch, weißfilzig und purpurblütig ist die **Jupiter-Lichtnelke**, L. Jovis, eine schöne Gartenzierpflanze, die aber im Gegensatz zu der Kranznelke gespaltene Blumenblätter hat.

Die gleichfalls als **Lichtnelke** bezeichnete Gattung Melandryum, deren etwa 60 Arten häufig zum Teil zu Lychnis, anderenteils zu Silene gezogen werden, umfaßt 50—60 Arten, von denen aber nur drei in Deutschland wild vorkommen.

An Weg- und Ackerrändern sowie in Gebüschen häufig sind die bis in den Herbst hinein blühende **weiße** oder **Abend-Lichtnelke**, M. album (Lychnis vespertina, Abb. 201), mit gewöhnlich weißen, wohlriechenden, abends geöffneten, zweihäusigen Blüten, und die **rote** oder **Tag-Lichtnelke**, M. rubrum (Lychnis diurna), die mehr feuchte Lokalitäten, Waldlichtungen, feuchte Ufer liebt, nur bis zum August



Abb. 201: **Abend-Lichtnelke** (Melandryum album).

1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte; 3) männliche Blüte, Staubgefäße und Blumenblatt; 4) weibliche Blüte nach Entfernung der Blumenblätter, Fruchtknoten mit Griffeln; 5) Frucht; 6) Frucht im Längsschnitt.



Abb. 202: **Kriechendes Gipskraut** (Gypsophila repens).

1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert; 3) Staubgefäße und Fruchtknoten, vergrößert; 4) Fruchtknoten mit Griffeln, vergr.; 5) Frucht, vergr; 6) Same, vergr.

blüht und ihre geschlossenen, schön purpurroten, gleichfalls zweihäusigen Blüten am Tage geöffnet hält. Die dritte Art ist die aus Südeuropa stammende **Nacht-Lichtnelke**, M. noctiflorum, eine kleberig-zottige Pflanze der Äcker, die ihre weißen oder blaß fleischroten, von einem mehr röhrigen Kelch umgebenen Blüten im Hochsommer und Herbst entfaltet.

Nur eine Art enthält die Gattung Cucubalus oder **Beerennelke**, auch **Hühnerbiß** oder **Hühnerliesch** genannt, die wegen ihres glockig aufgeblasenen Kelches ebenso wie Silene venosa als **Taubenkropf** bezeichnet wird; wie der Name Cucubalus baccifer andeutet, hat diese Gattung Beeren, und zwar sind sie von kugeliger Gestalt und schwarzer Farbe. Die Pflanze wächst zwischen Gebüschen an Flüssen und Bächen, ist aber nicht häufig.

Die Gruppe der Diantheae ist in Deutschland durch die Gattungen Gypsophila oder **Gipskraut**, Tunica oder **Felsnelke**, Vaccaria oder **Kuhkraut**, Dianthus oder **Nelke** und

Saponaria oder Seifenkraut vertreten; außerdem gehört hierher noch die orientalische Gattung Acanthophyllum, ausdauernde Halbsträucher mit nadelförmigen Blättern.

Die etwa 50 Arten umfassende Gattung Gypsophila oder Gipskraut hat ihr Hauptzentrum im östlichen Mittelmeergebiet; die an Trockenheit angepaßten, häufig ausdauernden Kräuter oder Halbsträucher haben meist schmale bis nadelförmige Blätter und kleine, gewöhnlich ausgebreitete Infloreszenzen bildende Blüten.

Häufig ist in Deutschland nur das Mauer-Gipskraut, G. muralis, ein sehr kleines Pflänzchen der Brachäcker, Triften und Mauern mit hellpurpurnen, dunkler geaderten Blüten. Eine Bergpflanze, die von den Pyrenäen über die Alpen bis zu den Karpathen verbreitet ist, aber auch am Vogelsberg in Hessen und im Harz vorkommt, ist das kriechende Gipskraut, G. repens (Abb. 202), eine weiß oder rötlich blühende Pflanze, die häufig von den Voralpen mit den Flüssen in die Ebene hinabsteigt. Die beiden anderen in Deutschland heimischen Arten, das ebensträußige Gipskraut, G. fastigiata, und das rispige Gipskraut, G. paniculata, bewohnen sandige Gegenden und wachsen sehr zerstreut; namentlich die letztere Art, eine Charakterpflanze Osteuropas und Sibiriens, wird immer von neuem mit fremdem Getreide eingeschleppt, bürgert sich aber nicht recht ein. Sie wurde früher in größerem Maßstabe angebaut, da ihre Wurzel in der Wollwäscherei benutzt wurde, jetzt wird sie nur noch als Zierpflanze gebaut und zu Trockenbuketten verwendet. Auch andere Arten dieser Gattung, z. B. G. cerastioides vom Himalaja und G. elegans aus Vorderasien, werden ihres eleganten, zierlichen Wuchses wegen kultiviert; G. tubulosa aus Vorderasien hat in Neuseeland und Australien eine zweite Heimat gefunden, ohne daß sich nachweisen läßt, wie sie dorthin gekommen ist.



Abb. 203: Steinbrech-Felsnelke (Tunica saxifraga).

1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert; 3) Blüte, aufgeschnitten, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Auch die Gattung Tunica oder Felsnelke ist mit ihren 20 Arten hauptsächlich im östlichen Mittelmeergebiet heimisch.

In Deutschland findet sich nur die sprossende Felsnelke, T. prolifera, zerstreut an kalkigen Hügeln und auf Sandfeldern, während die in den Alpen häufige Steinbrech-Felsnelke, T. saxifraga (Abb. 203), in Bayern auch gelegentlich in die Ebene hinabsteigt; beide Arten haben kleine rosenrote, bleich-purpurne oder lilafarbene Blüten.

Die Gattung Vaccaria oder Kuhkraut tritt mit einer Art, V. parviflora oder segetalis, gelegentlich in Deutschland unter Getreide auf, die anderen beiden Arten sind auf Vorderasien beschränkt. Die rosa- oder fleischfarbenen, wenig auffallenden Blüten sind durch einen bauchigen, fünfkantigen Kelch gekennzeichnet, die Kapselwand besteht aus einer äußeren pergamentartigen und einer inneren, sich bei der Reife von der äußeren ablösenden, papierartigen Schicht. Eine wirtschaftliche Bedeutung hat diese Gattung nicht.

Sehr wichtig ist dagegen die Gattung Dianthus oder Nelke, die je nach der Auffassung des Bearbeiters 100—250 Arten umfaßt und eine weite Verbreitung in den drei alten Kontinenten hat, während ihr Zentrum freilich im Mittelmeergebiet liegt; immerhin entsendet sie einzelne Arten bis nach Japan, zum Himalaja und sogar bis zum Kap. Die Zahl der in Deutschland vorkommenden Arten beträgt kaum zehn, dazu kommt aber noch eine ganze Reihe alpiner Arten, die teilweise bis zur Schneegrenze aufsteigen.

Die in Deutschland häufigsten wilden Nelken sind die Heidenelke oder das Blutströpfchen, D. deltoïdes (Abb. 204, 3), deren einzelnstehende, purpurrote, hell rosenrote oder weiße Blüten am Grunde einen dunkler roten Ring aufweisen, und die Karthauser Nelke, D. Carthusianorum (Abb. 204, 2), die ihren Namen nicht dem Mönchsorden der Kartäuser, sondern den beiden im 18. Jahrhundert lebenden Naturforschern Karthauser verdankt. Diese durch ihre büschelig stehenden, blutroten Blüten und ihre lederigen, braunen Kelchschuppen gekennzeichnete Art wächst besonders auf Bergwiesen und sonnigen Hängen, die Heidenelke mehr auf trockenen Wiesen und an Waldrändern. Auf Waldwiesen und sonnigen Stellen häufig ist auch die rauhe oder Büschelnelke, D. armeria, mit hell karminroten, punktierten, büschelig stehenden Blüten, grünen, pfriemlichen Kelchschuppen und weichhaarigen Blättern und Stengeln; die viel seltenere Buschnelke, D. Seguierii, unterscheidet sich von ihr durch eiförmige, begrannte, grüne Kelchschuppen, purpurrote, am Schlunde mit einem Ringe dunkelroter Flecke versehene Blüten sowie kahle Stengel und Blätter.



Abb. 204: Nelke (Dianthus).

A) D. carthusianorum: 1) Zweig mit Blüten; 2) Frucht, vergrößert; 3) Same, vergrößert.
B) D. superbus: 1) Zweig mit Blüten; 2) Staubgefäße, Fruchtknoten und Griffel, vergrößert; 3) Diagramm der Blüte; 4) Frucht, vergr.; 5) Same, vergr.
C) D. deltoïdes: 1) Zweig mit Blüten; 2) Same, vergrößert.
D) D. alpinus: Zweig mit Blüte.

Zu den heimischen Nelken mit einzelnstehenden Blüten zählt die rosenrote, an felsigen Orten und in sandigen Kiefernwäldern hier und da in Deutschland vorkommende, schon im Mai und Juni blühende graugrüne oder Pfingstnelke, D. caesius, die auch häufig in gefüllten Formen in Gärten zu Einfassungen benutzt wird, wozu sie sich wegen ihrer niederliegenden, locker-rasigen und zahlreiche Wurzeln treibenden Stämmchen in der Tat gut eignet; die meergrüne Farbe von Stengel und Blättern sowie die am Schlunde bärtige Blumenkrone lassen diese Art leicht erkennen. Ähnlich, aber mit nicht gebartetem Schlund ist die in Deutschland nur in den bayerischen Alpen vorkommende Waldnelke, D. silvester. Durch fiederspaltig eingeschnittene Kronblätter gekennzeichnet sind die sogenannten Federnelken; zu ihnen gehört die hier und da in Norddeutschland auf Sandboden wachsende Sand-Federnelke, D. arenarius, deren weiße, meist einzelnstehende, erst im Spätsommer erscheinende, geruchlose Blüten am Grunde einen grünen Fleck aufweisen. Weit großblütiger ist die Pracht-Federnelke, D. superbus (Abb. 204, 1), die in Bergwäldern und auf Wiesen nicht selten zu sein pflegt, und deren fleischfarbene, seltener weiße Blüten

wohlriechend sind. Gleichfalls wohlriechend, aber durch blaugrüne Blätter auffallend ist die als Gartenpflanze oft kultivierte Garten-Federnelke, D. plumarius. Von den Nelken mit gebüschelten Blüten ist die in Deutschland nur im südlichen Bayern wilde, meist rosarote Bartnelke, D. barbatus (Abb. 205),



Abb. 205: Bartnelke (Dianthus barbatus). Nach Photographie von B. Haldy in Wiesbaden.

häufig in Kultur genommen, die durch ihre zurückgebogen abstehenden, sehr spitzen, lineal-lanzettlichen Kelchhüllschuppen leicht kenntlich ist. Die häufigste Nelke der Kultur ist aber die in den verschiedensten Farben kultivierte, aus Südeuropa stammende Gartennelke, D. caryophyllus, die schon bei den alten Griechen eine beliebte Topfpflanze war und noch heute dort wild vorkommt, während sie in Mitteleuropa nur hier und da auf Mauern verwildert auftritt. Durch die bartlosen, meist nur zu zweien beieinanderstehenden, wohlriechenden Blüten, die breit-eiförmigen, kurzgespitzten, grünen Kelchschuppen

und die blaugrünen Blätter ist diese Art leicht erkennbar. Sie wird in den verschiedensten Farben und Formnuancen, meist mit gefüllten Blüten, kultiviert; neuerdings werden grüne Nelken und anderseits solche mit geradezu riesigen Blüten besonders geschätzt.

Die hochalpinen Formen der Gattung sind rasig, mit einzelnstehenden, kurzstieligen Blüten und langen Kelchschuppen versehen. Die Alpennelke, D. alpinus (Abb. 204, 4), mit purpurnen, unterseits grünlichweißen Blüten, sowie die Gletschernelke, D. glacialis, mit rosafarbenen, unterseits grünlichen Blüten sind die am weitesten verbreiteten Formen dieser Gruppe. In dieser Gattung gelingt die Bastardierung der verschiedenen Arten meist leicht, aber auch in der Natur wildwachsend ist eine Anzahl von Nelkenbastarden nachgewiesen worden.



Abb. 206: Echtes Seifenkraut (Saponaria officinalis).
1) Blühende Pflanze; 2) Blüte im Längsschnitt; 3) Blumenblätter; 4) Fruchtknoten; 5) Same.

Die Gattung Saponaria oder Seifenkraut steht dem Habitus nach der Gattung Silene näher als der Gattung der echten Nelken, von denen sie sich auch durch das Vorhandensein eines sogenannten Ligularkrönchens an den Blumenblättern unterscheidet, d. h. durch ein aus kleinen Anhängseln der Blumenblätter am Schlunde der Blumenkrone bestehendes, zusammen kronenartig aussehendes Gebilde, das sich auch bei vielen anderen Gattungen der Familie findet. Die Gattung ist im Mittelmeergebiet am meisten verbreitet, nur wenige ihrer 20 Arten reichen bis Mitteleuropa oder in das gemäßigte Asien.

Am bekanntesten ist diese Gattung durch das von Vorderasien und Südeuropa bis nach Deutschland an Hecken und Flußufern verbreitete, in Gärten häufig, auch in gefüllten Formen, kultivierte und daraus verwilderte echte Seifenkraut, S. officinalis (Abb. 206), ein bis 1 m hohes Gewächs, dessen hell fleischfarbene bis weiße, in großen Blütenständen beisammenstehende Blüten erst im Hochsommer erscheinen. Die viel Saponin, einen stark schäumenden, kratzend schmeckenden Stoff, enthaltende Wurzel wurde früher allgemein und noch heute gelegentlich sowohl in Deutschland wie auch in Südeuropa zum Waschen, besonders von Kleidern mit empfindlichen Farben, benutzt und gelangt als Seifenwurzel, Radix saponariae, in den Handel; schon Hippokrates kannte dieses Waschmittel.

In den Alpen weit verbreitet ist das in Deutschland nur in den Gebirgen Südbayerns vorkommende, viel kleinere basilienartige Seifenkraut, S. ocymoides, eine kleine, ästige und niederliegende, von rosenroten bis purpurfarbenen, seltener weißen Blüten bedeckte Felsenpflanze, besonders der Kalkalpen. Auf den Kanton Tessin und die Gruppe Monte Rosa beschränkt ist eine gelbblütige Art, S. lutea, eine aufrechte, doldenblütige Pflanze mit linealen Blättern und schwefelgelben, am Grunde violett gefleckten Kronblättern.

Die Unterfamilie der **Alsinoïdeae** unterscheidet sich durch freie Kelchblätter und im allgemeinen weit unansehnlichere Blüten von der Unterfamilie der Silenoïdeae. Die Blüten sind meist klein und unscheinbar, weiß oder grünlich, selten rosa. Nur vier von den sieben Unterabteilungen haben Vertreter in Deutschland, am meisten die Alsineen mit acht deutschen Gattungen, sodann die Paronychieen mit vier, die Sperguleen mit zwei und die Sklerantheen und Polykarpeen mit je einer Gattung.

Von den Alsineen ist die wichtigste Gattung Stellaria, die Miere[1] oder Sternmiere, eine Gattung von etwa 100 Arten, die auch in den tropischen Gebirgen ihre Vertreter hat.



Abb. 207: Sternmiere (Stellaria), Wassermiere (Malachium) und Hornkraut (Cerastium).

A) Malachium aquaticum: 1) Zweig mit Blüten; 2) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Same, vergrößert.
B) Stellaria holostea: 1) Zweig mit Blüten; 2) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Same, vergrößert.
C) St. media: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergrößert; 3) Staubgefäß und Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert; 5) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergrößert; 6) Same.
D) Cerastium arvense: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte; 3) Staubgefäße und Fruchtknoten mit Griffeln; 4) Querschnitt durch den Fruchtknoten; 5) Frucht; 6) Samen, vergrößert.

Zu dieser Gattung gehört eins unserer allergemeinsten Gartenunkräuter, S. media, die Vogelmiere, auch Hühnerdarm, Hühnerschwarm, Mäusedarm, Hühnermyrte usw. genannt, die durch den Menschen überallhin verschleppt worden ist (Abb. 207, C). Den ganzen Sommer über, von März bis Oktober, entfaltet sie ihre kleinen weißen Sternblumen und findet sich ebensowohl auf bebautem Boden wie auf Schutt, Wegen und in Hecken. So lästig dieses sich überaus schnell entwickelnde, 8 cm bis $^1/_2$ m hohe Pflänzchen auf den Gartenbeeten und Blumentöpfen ist, so hat es doch das Gute, von den Stubenvögeln gern gegessen zu werden; wo es in großen Mengen wild vorkommt, kann es auch als Viehfutter benutzt werden. Trotz seiner zarten und weichen Konsistenz vermag es doch sowohl starke Fröste als auch große Wärme zu vertragen; sogar unter dem Schnee blüht es zuweilen, längerer Dürre dagegen vermag es als ausgesprochene Krumepflanze nicht zu widerstehen. Auf fettem, feuchtem Boden finden sich oftmals Exemplare mit größeren Blüten und zehn statt fünf Staubgefäßen.

[1] Das Wort hat mit der Ameise nichts zu tun, ist vielmehr aus „Meier" entstanden, dessen Stamm ma oder mei „niedrig" bedeutet. Miere heißt also soviel wie niedriges Kraut.

Sehr ähnlich, aber leicht zu übersehen ist die gleichfalls häufig auf Gartenland vorkommende blaßgrüne Miere, S. pallida, bei der die Kronblätter gewöhnlich fehlen, während die kleberige Miere, S. viscida, mit kleberig-weichhaarigem Kelch und Blattrand, nur in Ost- und Süddeutschland vorkommt und die hornkrautähnliche Miere, S. cerastioides, nur in den Bayerischen Alpen deutsches Gebiet betritt. Durch herzförmige Blätter und Blumenblätter, die doppelt so lang sind wie die lanzettlichen Kelchblätter, ist die Hainmiere, S. nemorum, gekennzeichnet, die feuchte, schattige Laubwälder und Gebüsche liebt. Die übrigen deutschen Arten haben vierkantige Stengel und schmale Blätter, darunter vor allem die großblumige Miere, S. holostea (Abb. 207, B), eine in Laubwäldern, Gebüschen und Hecken im Frühling blühende, durch ihre verhältnismäßig großen weißen Blütensterne auffallende Pflanze. Kleinblütig dagegen ist die auf Wiesen vorkommende Grasmiere, S. graminea, während die meergrüne Miere, S. glauca, die an Gräben und feuchten Wiesen wächst, häufig größere Blüten trägt. Wenn wir dazu noch die im östlichsten Deutschland vorkommende rauhstengelige Miere, S. Frieseana, sowie die sumpfige Stellen liebende Art S. uliginosa, die Sumpfmiere, mehr im Gebirge, und S. crassifolia, die dickblätterige Miere, mehr in den Torfwiesen und Brüchen Norddeutschlands, hinzuzählen, so haben wir einen Überblick über die deutschen Arten dieser 80 Spezies umfassenden Gattung. Zuweilen wird auch die Wassermiere oder der gemeine Wasserdarm, Malachium aquaticum (Abb. 207), zu Stellaria gezogen, eine an feuchten und schattigen Stellen Europas und Mittelasiens überall vorkommende, in Gebüschen manchmal meterhoch hinaufklimmende, oberwärts drüsenhaarige Pflanze, die sich aber durch fünf Griffel und Kapselklappen von den übrigen Arten der Gattung unterscheidet, wo die Dreizahl der Griffel die Regel ist und Zwei-, Vier- bzw. Fünfzahl nur selten vorkommt.

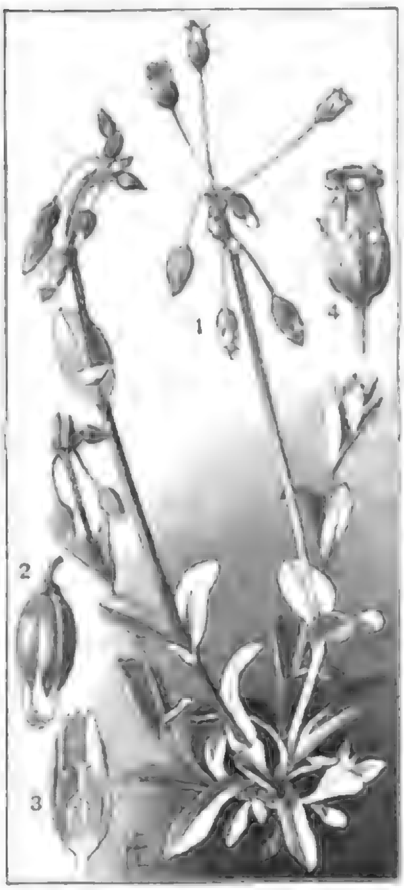


Abb. 208: Doldenblütige Spurre (Holosteum umbellatum).

1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert.

In Kärnten, Kroatien und Siebenbürgen kommt S. bulbosa vor, eine Knollen bildende Art; ähnliche Arten finden sich auch in Sibirien und auf dem Himalaja, und zwar sind sie auch dadurch gekennzeichnet, daß die Blüten an der Spitze des Stengels deutliche Blumenblätter tragen, aber häufig steril sind, während die tiefer stehenden Blüten zwar fruchtbar sind, aber nur unscheinbare Blumenblätter haben, die sich wohl überhaupt nicht öffnen.

Vielleicht noch zahlreicher sind die Arten der Gattung Cerastium oder Hornkraut, die sich durch fünf Griffel und zylindrische, meist mit acht bis zehn Zähnen an der Spitze aufspringende, häufig wie ein schwach gekrümmtes Horn aus dem Kelch herausragende Kapseln (daher der Name) von der Miere unterscheidet. Diese Gattung bewohnt hauptsächlich Europa und das gemäßigte Asien, findet sich aber in einzelnen Arten auch in Amerika, auf den tropischen Gebirgen und sogar in Australien. Eine größere Zahl von Arten bewohnt die höheren Teile der Alpen.

Die in Deutschland vorkommenden Arten sind zum Teil schwer voneinander zu unterscheiden; man unterscheidet die großblütigen, bei denen die Blumenkrone die doppelte Kelchlänge hat, von den kleinblütigen, bei denen die Kelchlänge kaum erreicht wird. Zu der ersteren Gruppe gehört vor allem das Acker-Hornkraut, C. arvense (Abb. 207, D), das im Frühling überall an den Wegrändern, auf Feldern und Hügeln bis hoch ins Gebirge hinauf seine reinweißen Blütensterne entfaltet. Ähnlich, aber von einem Filzüberzug bedeckt ist das filzige Hornkraut, C. tomentosum, das aus Südeuropa stammt, häufig in Gärten, besonders als ein Bestandteil der Teppichbeete, gepflanzt wird und dann zuweilen verwildert. Als Alpenpflanzen gehören das kriechende Alpen-Hornkraut, C. alpinum, sowie das breitblätterige Hornkraut, C. latifolium, zu dieser Gruppe; beide reichen nur in Bayern nach Deutschland hinein, ersteres findet sich auch noch in einigen bayerischen Hochmooren. Das Wald-Hornkraut, C. silvaticum, wächst

nur im östlichsten Deutschland in feuchten Wäldern. Unter den fünf kleinblütigen Arten Deutschlands sind drei sehr gemeine, die Äcker und Wegränder bewohnende Arten: das gemeine Hornkraut, C. triviale, und das fünfmännige Hornkraut, C. semidecandrum, letzteres mit aufrechtem, ersteres mit aufsteigendem Stengel, sowie das geknäuelte Hornkraut, C. glomeratum, das feuchtere Lokalitäten vorzieht und auch den Waldesschatten nicht verschmäht. Die beiden letzten Arten treten nur selten und an speziellen Standorten auf, C. tetrandrum, das viermännige Hornkraut, auf den Nordseeinseln, das kleinblumige Hornkraut, C. brachypetalum, an trockenen Abhängen, besonders in Weinbergen.

In bezug auf die Kapselform dem Hornkraut nahestehend, aber durch die nicht zweiteiligen Blumenblätter und den doldigen Blütenstand von ihm verschieden ist die Gattung Holosteum oder Spurre, die mit sechs Arten die vorderasiatischen Steppen bewohnt.

Eine weite Verbreitung in Europa und dem gemäßigten Asien hat die doldenblütige Spurre, H. umbellatum (Abb. 208), erlangt, die auf sandigen Äckern und trockenen, grasigen Stellen im Frühling oft massenhaft ihre weißen Blüten entfaltet.

Die gleichfalls dem Mittelmeergebiet angehörende Gattung Moenchia oder Mönchie, deren unscheinbare Blüten einzeln oder jedenfalls nicht doldig stehen, und deren ungeteilte Blumenblätter wie die freien Kelchblätter gewöhnlich in Vierzahl auftreten, schickt nur eine ihrer wenigen Arten, die aufrechte Mönchie, M. erecta, nach Deutschland vor, wo sie sich im Süden und Osten an trockenen Stellen, in Triften und Sandhügeln einheimisch gemacht hat.

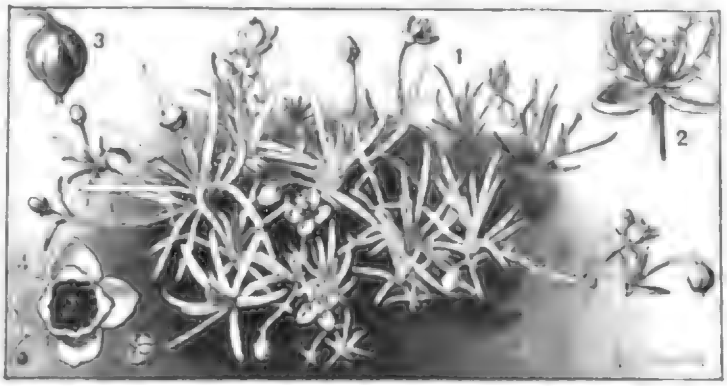


Abb. 209: Kronenloses Mastkraut (Sagina apetala).
1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) geschlossene Frucht, vergrößert; 4) aufgesprungene Frucht, vergrößert.

Von etwas größerer Bedeutung ist die Gattung Sagina, das Mastkraut, von deren etwa 20 Arten sechs in Deutschland vorkommen.

Von den Arten mit vierzähligen Blütenteilen, die auch Vierlinge genannt werden, ist das kronenlose Mastkraut, S. apetala (Abb. 209), bei dem die Blumenblätter ganz fehlen oder sehr verkümmert sind, auf etwas lehmigen Äckern häufig; das liegende Mastkraut, S. procumbens, dessen Blütenstiele sich nach dem Verblühen hakenförmig krümmen, liebt mehr feuchte, grasige Stellen, Mauerritzen, Wegränder sowie die Lücken zwischen Pflastersteinen; das Strand-Mastkraut, S. maritima, ist eine Strandpflanze der Ost- und Nordsee, die aber auch an den Salinen bei Groß-Salze vorkommt. Von den Arten mit fünfzähligen Blütenteilen findet sich das durch kurze Blattbüschel gekennzeichnete knotige Mastkraut, S. nodosa, an feuchten und sumpfigen Orten, das Pfriemen-Mastkraut, S. subulata, auf sandigen Äckern und Triften, während das Felsen-Mastkraut, S. Linnaei (auch als S. saxatilis oder S. saginoides bekannt), eine Gebirgspflanze Süd- und Ostdeutschlands ist, die besonders in den Alpen weit verbreitet ist, außerdem aber auch im Kaukasus und Himalaja, ferner in Sibirien, Nordamerika bis Mexiko und in den arktischen Gegenden vorkommt.

Während die Gattung Sagina ebenso viele Griffel wie Kelchblätter hat, ist die Gattung Alsine oder Meirich durch in der Regel nur in Dreizahl vorhandene Griffel gekennzeichnet. Von den etwa 60 Arten bewohnt die große Mehrheit die gemäßigte Zone der Alten Welt, besonders das Mittelmeergebiet, die Steppen Vorderasiens und die Gebirge, einige Arten sind arktisch, andere nordamerikanisch, einzelne finden sich in Mexiko, eine, A. minuta, sogar an trockenen Stellen Chiles.

Von den zehn deutschen Arten ist keine einzige überall verbreitet. Der Frühlings-Meirich, A. verna (Abb. 210), ist eine zerstreut vorkommende Gebirgspflanze, die mit den Gewässern in die Ebene hinabsteigt, der fast kahle feinblätterige Meirich, A. tenuifolia, findet sich zerstreut auf sandigen Äckern,

Triften und Mauern, der drüsig behaarte klebrige Meirich, A. viscosa, tritt hier und da auf Brachfeldern und sandigen Triften auf, der steife Meirich, A. stricta, ist eine subalpine Riedpflanze, die auch auf den Hochmooren Süddeutschlands vorkommt, der Sand-Meirich, A. Jacquini, wiederum ist eine sandige und trockene Standorte liebende Pflanze der Rheingegend. Bergpflanzen sind der Kalkstein bevorzugende Borsten-Meirich, A. setacea, Böhmens und Bayerns, der österreichische Meirich, A. austriaca, der in den südbayerischen Alpen deutsches Gebiet betritt, sowie die drei weitverbreiteten Alpenpflanzen A. lanceolata, A. aretioïdes und A. Cherleri, die rasig oder polsterförmig in den Felsritzen oder auf den Kämmen der Hochalpen leben.

Eine der Alsine nahestehende Gattung, die auch zuweilen als besondere Sektion zu Alsine gezogen wird, ist die Salzmiere, Ammadenia oder Honckenya, deren einzige Art, H. peploïdes (Abb. 211), am Seestrand in der gemäßigten und kalten Zone der nördlichen Hemisphäre eine weite Verbreitung hat; der Charakter einer Salzpflanze ist bei dieser Art durch die fleischigen Blätter stark ausgeprägt, während die verhältnismäßig auffallend großen Samen Anpassungen zur Verbreitung durch die Meeresströmungen haben. In Island diente früher die gegorene Pflanze als Nahrungsmittel.



Abb. 210: Frühlings-Meirich (Alsine verna).

1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Same, vergrößert.

Noch zwei andere in Deutschland vorkommende Gattungen stehen dem Meirich nahe, Arenaria, das Sandkraut, und Moehringia, die Möhringie oder Spelle; erstere ist mit ungefähr 100 Arten fast über die ganze Erde verbreitet, letztere mit etwa 20 Arten auf die gemäßigte und kalte Zone der nördlichen Hemisphäre beschränkt. Beide unterscheiden sich von Alsine dadurch, daß die Kapsel beim Aufspringen nicht ebenso viele, sondern die doppelte Anzahl (also gewöhnlich sechs) Zähne hat, wie Griffel vorhanden sind; voneinander unterscheiden sie sich dadurch, daß der Same von Moehringia einen Anhang hat, der bei Arenaria fehlt. In Deutschland sind beide Gattungen nur durch drei Arten vertreten, von denen jedoch je zwei nur eben in deutsches Gebiet hineinreichen.

Von Arenaria ist nur das quendelblätterige Sandkraut, A. serpyllifolia, in Deutschland weit verbreitet als ein namentlich auf sandigen Feldern und Hügeln gemeines Ackerunkraut, während das gewimperte Sandkraut, A. ciliata, eine nur in Südbayern deutsches Gebiet betretende Alpenpflanze ist und das grasblätterige Sandkraut, A. graminifolia, ein in Asien, Südosteuropa und Nordamerika häufiges Pflänzchen, nur im südlichen Ostpreußen deutsche sandige Wälder bewohnt. Mehrere Arten dieser Gattung leben in den Alpen, bis 2000 m steigt z. B. das großblütige Sandkraut, A. grandiflora, während eine Reihe von Arten auf die Hochalpen beschränkt ist, darunter das Alpen-Sandkraut, A. alpina oder Marschlinsii, das bis 3200 m, also bis in die höchsten Vegetation führenden Höhen, aufsteigende zweiblütige Sandkraut, A. biflora, und das vielstengelige Sandkraut, A. multicaulis.

Die Gattung Moehringia hat gleichfalls eine Reihe alpiner Arten, von denen freilich nur die linealblätterige, fünfzählige Blüten tragende Knöterich-Spelle, M. polygonoïdes, bis in die Hochalpen hinauf vorkommt und dort häufig in einer moosartigen Zwergform niedrige Polster bildet, anderseits freilich auch im Flußgeröll tief hinabsteigt und in Südbayern deutsches Gebiet berührt; die fadenblätterige, mit vierzähligen Blüten ausgestattete Moosspelle, M. muscosa (Abb. 212), bewohnt feuchte, steinige Orte der Alpen und dringt in Deutschland nicht nur in Bayern, sondern auch im Elsaß ein. Eine weite Verbreitung in Deutschland hat einzig die dreinervige Spelle, M. trinervis, deren spitze Kelchblätter die Blumenkronblätter weit überragen; es ist eine Pflanze, die schattige Wälder und Gebüsche liebt, aber auch in Hecken, auf Mauern und in hohlen Bäumen vorkommt.

Zu dieser Unterabteilung der Alsineen gehören auch die schon erwähnten, die Sandwichinseln bewohnenden Gattungen Alsinodendron und Schiedea, erstere Sträucher, letztere halbstrauchige und krautige Arten umfassend, ferner die aus niedrigen, dichtrasigen Kräutern bestehende Gattung Colobanthus, die durch Blüten ohne Blumenkrone sowie durch häufig fleischige und dachziegelige Blätter gekennzeichnet ist und Gebirgspflanzen des südlichsten Amerikas, Australiens sowie Neuseelands enthält. Auch in Zentralasien und Westtibet gibt es eine Gebirgspflanze dieser Verwandtschaft, Thylacospermum rupifragum, die, den hochalpinen Steinbrecharten ähnlich, nahe an der Schneegrenze dichte Polster bildet. Die trockene Standorte des Mittelmeergebietes bewohnende, habituell an kleine Binsen erinnernde Gattung Buffonia dringt mit einer Art, B. macrosperma, nördlich noch in die heißen Täler der Südschweiz, Kanton Wallis, vor.



Abb. 211: Salzmiere (Ammadenia peploïdes).
1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Frucht im Querschnitt, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Die Unterabteilung der Sperguleen, durch kleine, trockenhäutige Nebenblätter gekennzeichnet, enthält nur drei Gattungen, von denen Telephium niederliegende blaugrüne Kräuter des Mittelmeergebietes umfaßt, während Spergula und Tissa, gleichfalls kleine Kräuter, die sich durch ihre scheinbar quirlig stehenden, fadenförmigen Blätter von jener unterscheiden, eine weite Verbreitung haben. Die Gattung Spergula, der Sperk oder Spark, besteht aus drei weißblühenden Arten, die sämtlich in Deutschland vorkommen und trockene Orte lieben.

Der Feldspark, S. arvensis, ist ein auf sandigen Äckern ungemein häufiges Unkraut, das zuweilen noch als Grünfutter oder Gründüngung angebaut wird; er unterscheidet sich von den anderen Arten der Gattung durch die unterseits gefurchten Blätter und den schmalen weißen Flügelrand der Samen. Morisons Sperk, Spergula Morisonii, ist nicht so allgemein verbreitet und bevorzugt sandige Hügel und Nadelwälder. Die Samen haben bei dieser Art einen breiten und strahlig gerieften braunen Rand. Während diese Arten meist zehn Staubgefäße haben, zeigt der fünfmännige Spark, S. pentandra, nur fünf Staubgefäße und breit- und weißgerandete Samen; diese Art findet sich nur stellenweise auf sandigen Triften und Äckern.

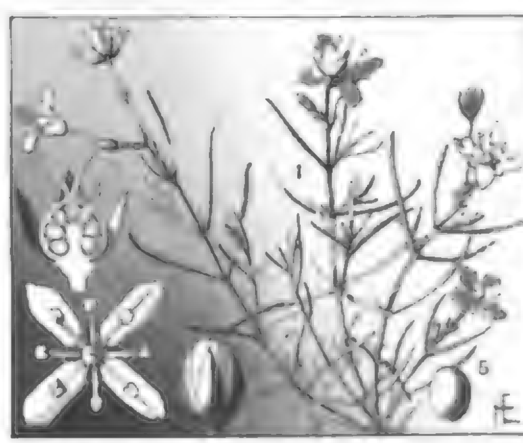


Abb. 212: Moosspelle (Moehringia muscosa).
1) Blühende Pflanze; 2) Blütenknospe, vergrößert; 3) Blüte, vergrößert; 4) Frucht im Längsschnitt, vergrößert; 5) Same, vergrößert.

Die Gattung Tissa oder Spergularia, die Schuppenmiere, unterscheidet sich vom Spark dadurch, daß letzterer fünf, Tissa nur drei Griffel hat; von den 20 Arten kommen fünf in Deutschland vor, freilich ist die stachelsamige Schuppenmiere, S. echinosperma, bisher nur in der Altmark am Elbufer gefunden, also offenbar eingeschleppt worden. Strandpflanzen sind die Salz-Schuppenmiere, T. salina, mit meist ungeflügelten Samen und kurzen

Kapseln, sowie die gerandete Schuppenmiere, T. marginata oder media (Abb. 213), mit breitgerandeten Samen; beide Arten kommen aber auch im Binnenlande an salzigen

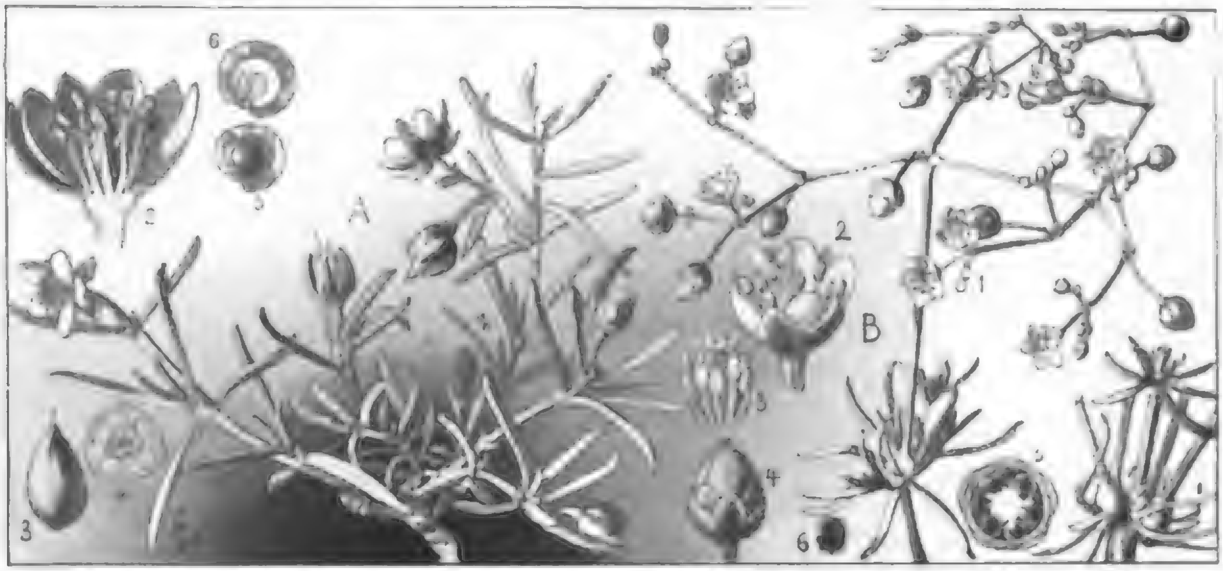


Abb. 213: Schuppenmiere (Tissa) und Spark (Spergula).

A) Tissa marginata: 1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Frucht, vergrößert; 4) Frucht im Querschnitt, vergr.; 5) Same, vergr.; 6) Same im Längsschnitt, vergr. B) Spergula arvensis: 1) Zweig mit Blüten; 2) Blüte, vergr.; 3) Staubgefäße mit Fruchtknoten, vergr.; 4) Frucht, vergr.; 5) Querschnitt durch die Frucht, vergr.; 6) Same, vergr.

Orten vor. Sind schon bei diesen Arten die Blüten oft blaßrot, so hat die rote Schuppenmiere, T. rubra oder campestris, die auf Wegen, Triften und Sandboden gemein ist,

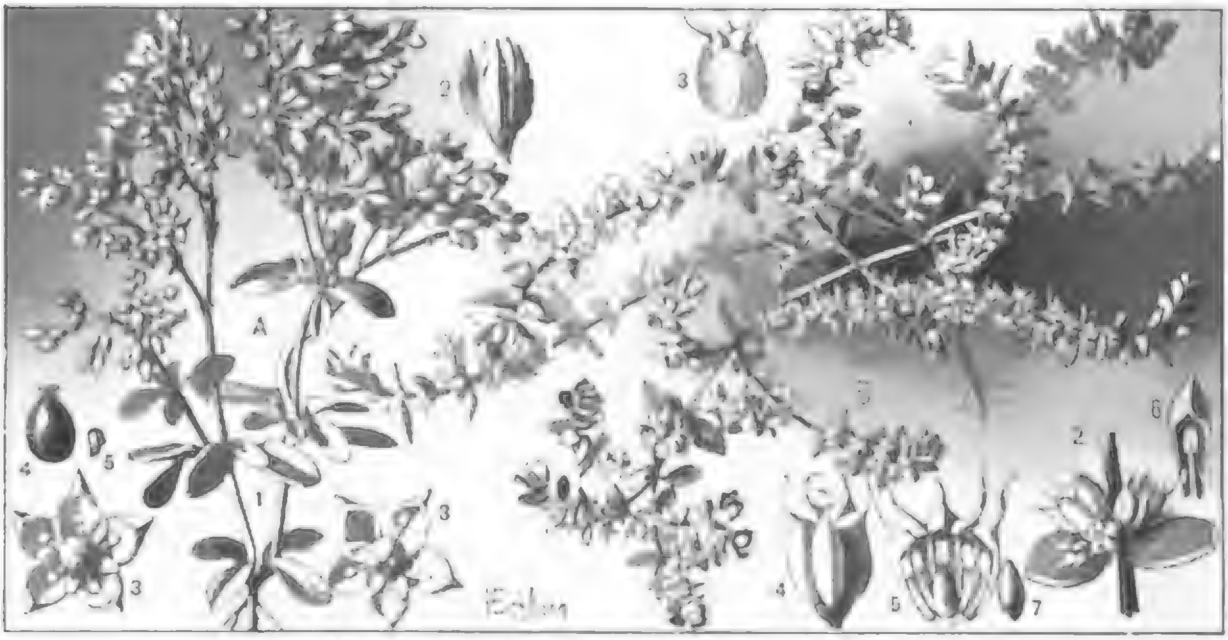


Abb. 214: Knorpelblume (Illecebrum) und Nagelkraut (Polycarpon).

A) Polycarpon tetraphyllum: 1) Blühende Pflanze; 2) Blütenknospe; 3) Blüten; 4) Frucht; 5) Same. B) Illecebrum verticillatum: 1) Blühende Pflanze; 2) Blütenwirtel, vergrößert; 3) Blüte mit Vorblättern, vergrößert; 4) Blüte, vergrößert; 5) Blüte im Längsschnitt, vergrößert; 6) Staubgefäß und Kelch, vergrößert; 7) Same, vergrößert.

stets rosafarbene Blüten. Weit seltener ist die unter der Saat auftretende weißblütige Saat-Schuppenmiere, T. segetalis.

Die Unterabteilung der Polykarpeen, deren Griffel an der Basis vereint sind, hat nur einen Vertreter in Deutschland, nämlich das vormals offizinelle vierblätterige

Nagelkraut, Polycarpon tetraphyllum (Abb. 214, A), das, vom Mittelmeergebiet ausgehend, fast ein Kosmopolit geworden ist, in Deutschland aber nur sehr selten, und zwar an sandigen Orten, auftritt. Auch Polycarpaea corymbosa ist in den wärmeren Gegenden beider Hemisphären weit verbreitet. Ein sehr bekanntes tropisches Unkraut ist Drymaria

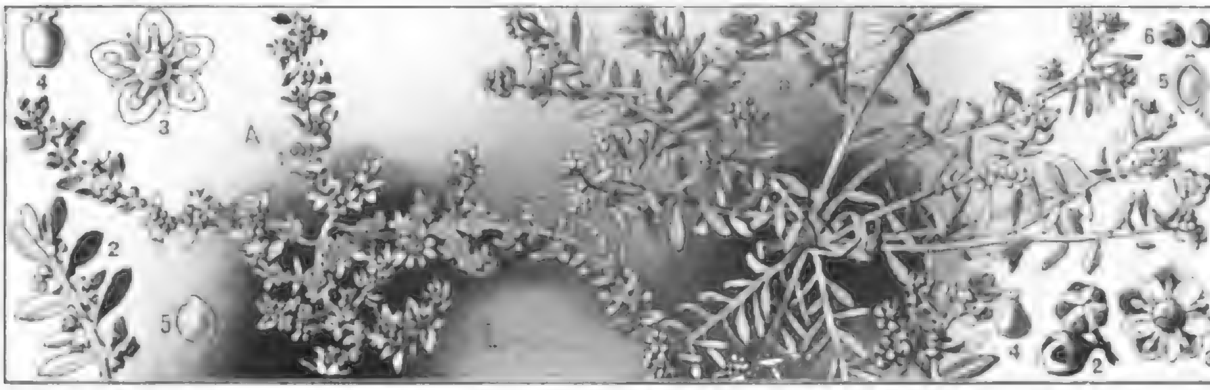


Abb. 215: Tausendkorn (Herniaria) und Strandling (Corrigiola).

A) Herniaria glabra: 1) Blühende Pflanze; 2) Zweig mit Blüten, vergrößert; 3) Blüte, vergrößert; 4) Fruchtknoten mit Griffeln, vergrößert; 5) Same, vergrößert. B) Corrigiola litoralis: 1) Blühende Pflanze; 2) Blütenknospen, vergrößert; 3) Blüte, vergr.; 4) Fruchtknoten, vergr.; 5) Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; 6) Samen, vergr.

cordata. Südeuropäisch ist die kleine Gattung Ortegia, während die mit kleinen Schuppenblättern dicht bedeckten Gattungen Pycnophyllum und Lyallia Pflanzen der Schneegrenze sind, erstere in den hohen Anden, letztere auf den Kerguelen.

Die Unterabteilung der Paronychieen hat nicht wie die bisher genannten Unterabteilungen der Alsinoïdeae aufspringende Kapseln, sondern trockene Schließfrüchte und ist durch



Abb. 216: Knauel (Scleranthus).

A) Scleranthus perennis: 1) Blühende Pflanze; 2) Blüte, vergrößert; 3) Blütenknospe, vergrößert; 4) Teil des Blütenstandes, vergr.; 5) Blüte im Längsschnitt, vergrößert. B) S. annuus: 1) Teil des Blütenstandes, vergrößert; 2) Blüte, vergrößert; 3) Blüte aufgeschnitten und ausgebreitet, vergrößert; 4) Frucht, vergrößert.

das Vorhandensein von Nebenblättern gekennzeichnet. Es sind meist kleine, an sandigen Stellen und in Steppen wachsende Pflanzen. Gymnocarpus fruticosus ist sogar ein afrikanisch-arabisches Wüstengewächs, das als Kamelfutter dient. Von den 15 großenteils das Mittelmeergebiet bewohnenden Gattungen sind drei nach Deutschland vorgedrungen, nämlich Illecebrum, die Knorpelblume, Herniaria, das Tausendkorn oder Bruchkraut, und Corrigiola, der Strandling.

Die Gattung Illecebrum besteht nur aus einer einzigen Art, der quirlblütigen Knorpelblume, I. verticillatum (Abb. 214, B), die von Madeira und den Kanarischen Inseln bis Schlesien und Galizien

verbreitet ist; sie ist ein niederliegendes, namentlich an sandigen Ufern hinkriechendes, kleinblätteriges Pflänzchen.

Die Gattungen Herniaria und Corrigiola haben ihre Heimat im Mittelmeergebiet, Corrigiola gleichzeitig im andinen Südamerika.

Von der aus 12 Arten bestehenden Gattung Corrigiola ist nur eine einzige, der gemeine Strandling, C. litoralis (Abb. 215, B), nach Deutschland vorgedrungen, und zwar findet sie sich hier und da als kleines Kraut an sandigen und feuchten Plätzen; außerdem hat sich diese zierliche Pflanze übrigens auch in Südamerika und am Kap heimisch gemacht.

Viel gemeiner ist das kahle Tausendkorn, Herniaria glabra, das an Wegen sowie auf sandigen Plätzen und Triften wächst, ein kleinblätteriges, graugrünes, dem Boden anliegendes Kraut, welches der Knorpelblume etwas ähnelt. Zwei andere Arten, das behaarte und das graue Tausendkorn, H. hirsuta und incana, finden sich nur selten in Deutschland, letztere nur an einer Stelle am Main, während das Alpen-Tausendkorn, H. alpina, nur einmal, wohl verschleppt, in Württemberg festgestellt worden ist. Das Tausendkorn wird auch Bruchkraut genannt und diente früher als Heilmittel bei Unterleibsbrüchen. Die übrigen der 20 Arten gehören dem Mittelmeergebiete an.

Die durch abwechselnd stehende Blätter und Schließfrüchte gekennzeichnete Unterabteilung der Dysphanieen enthält nur eine kleine australische Gattung, während die Unterabteilung der Sklerantheen zwei kleine Gattungen umfaßt, von denen die eine, Scleranthus oder Knauel, von ihren 10 Arten wenigstens mit zwei auch in Deutschland vertreten ist.

Beide Arten sind sehr gemeine, von den Schafen gern gefressene, unscheinbare Kräuter ohne Blumenblätter. Am häufigsten ist der einjährige Knauel, S. annuus (Abb. 216, B), mit spitzen, grünen, schmalgerandeten Kelchzipfeln, eine überall auf Sandfeldern vorkommende Pflanze. Nur wenig seltener ist der ausdauernde Knauel, S. perennis (Abb. 216, A), der mehr sandige Abhänge und trockene Felsen bevorzugt.

Als letzte Gruppe der Familie seien die sehr seltsam gebauten Pterantheen erwähnt, deren eine Gattung, Dicheranthus, mit ihrer einzigen Art auf den Kanarischen Inseln, deren zweite, Cometes, mit zwei Arten in Belutschistan bis Arabien und Abessinien, und deren dritte Gattung, Pteranthus, mit der einzigen Art P. echinatus in Vorderasien und Nordafrika weit verbreitet ist. Das Bemerkenswerte an dieser Gruppe sind die höchst eigenartig gestalteten, häufig fiederförmigen Hüllblätter der Blüten, welch letztere bei einigen Arten vollständig von jenen verdeckt sind.

Fortsetzung der Zweiblattkeimer oder Dikotyledonen in Band II.

Register.

Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig.

	M.	Pf.
Bilder-Atlas zur Zoologie der Vögel, von Professor Dr. ***W. Marshall.*** Beschreibender Text mit 238 Abbildungen. Gebunden, in Leinen . . .	2	50
Bilder-Atlas zur Zoologie der Fische, Lurche und Kriechtiere, von Prof. Dr. ***W. Marshall.*** Beschreibender Text mit 208 Abbildungen. Gebunden, in Leinen	2	50
Bilder-Atlas zur Zoologie der Niederen Tiere, von Prof. Dr. ***W. Marshall.*** Beschreib. Text mit 292 Abbildungen. Gebunden, in Leinen	2	50
Bilder-Atlas zur Pflanzengeographie, von Dr. ***Moritz Kronfeld.*** Beschreibender Text mit 216 Abbildungen. Gebunden, in Leinen	2	50
Kunstformen der Natur. 100 Tafeln in Farbendruck und Ätzung mit beschreibendem Text von Prof. Dr. ***Ernst Haeckel.*** In zwei eleganten Sammelkasten 37,50 Mk. — Gebunden, in Leinen	35	—

Geographische Werke.

	M.	Pf.
Allgemeine Länderkunde. Kleine Ausgabe, von Prof. Dr. ***Wilh. Sievers.*** Mit 62 Textkarten und Profilen, 33 Kartenbeilagen, 30 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt und 1 Tabelle. Gebunden, in 2 Leinenbänden . . je	10	—
Die Erde und das Leben. Eine vergleichende Erdkunde. Von Prof. Dr. ***Friedrich Ratzel.*** Mit 487 Abbildungen im Text, 21 Kartenbeilagen und 46 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in 2 Halblederbänden . . . . je	17	—
Afrika. *Zweite,* von Prof. Dr. ***Friedr. Hahn*** *umgearbeitete Auflage.* Mit 173 Abbildungen im Text, 11 Karten und 21 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	17	—
Australien, Ozeanien und Polarländer, von Prof. Dr. ***Wilh. Sievers*** und Prof. Dr. ***W. Kükenthal.*** *Zweite Auflage.* Mit 198 Abbildungen im Text, 14 Karten und 24 Tafeln in Farbendruck, Ätzung u. Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	17	—
Süd- und Mittelamerika, von Prof. Dr. ***Wilh. Sievers.*** *Zweite Auflage.* Mit 144 Abbildungen im Text, 11 Karten und 20 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	16	—
Nordamerika, von Prof. Dr. ***Emil Deckert.*** *Zweite Auflage.* Mit 130 Abbildungen im Text, 12 Karten und 21 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	16	—
Asien, von Prof. Dr. ***Wilh. Sievers.*** *Zweite Auflage.* Mit 167 Abbildungen im Text, 16 Karten und 20 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	17	—
Europa, von Prof. Dr. ***A. Philippson.*** *Zweite Auflage.* Mit 144 Abbildungen im Text, 14 Karten und 22 Tafeln in Farbendruck, Ätzung u. Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	17	—
Das Deutsche Kolonialreich. Eine Länderkunde der deutschen Schutzgebiete. Herausgegeben von Prof. Dr. ***Hans Meyer.*** Mit 12 Tafeln in Farbendruck, 66 Doppeltafeln in Holzschnitt und Ätzung, 54 farbigen Kartenbeilagen und 102 Textkarten, Profilen und Diagrammen. Gebunden, in 2 Leinenbänden . . . . je	15	—
Meyers Geographischer Handatlas. *Vierte Auflage.* 121 Haupt- und 128 Nebenkarten, 5 Textbeilagen und Register aller auf den Karten und Plänen vorkommenden Namen. Gebunden, in Leinen	15	—

	M.	Pf.
Meyers Orts- und Verkehrslexikon des Deutschen Reichs. *Fünfte, neubearbeitete Auflage.* Mit 52 Stadtplänen, 19 Umgebungs- und Übersichtskarten, einer Verkehrskarte und vielen statistischen Beilagen. (Im Erscheinen.) Gebunden, in 2 Leinenbänden . . . . je	18	—
Ritters Geographisch-Statistisches Lexikon. *Neunte Auflage.* Revidierter Abdruck. Gebunden, in 2 Halblederbänden . . . . je	25	—
Bilder-Atlas zur Geographie von Europa, von Dr. ***A. Geistbeck.*** Beschreibender Text mit 233 Abbildungen. Gebunden, in Leinen	2	25
Bilder-Atlas zur Geographie der aussereuropäischen Erdteile, von Dr. ***A. Geistbeck.*** Beschreibender Text mit 314 Abbildungen. Gebunden, in Leinen	2	75
Verkehrs- und Reisekarte von Deutschland nebst Spezialdarstellungen des rheinisch-westfälischen Industriegebiets u. des südwestlichen Sachsens sowie zahlreichen Nebenkarten. Von ***P. Krauss.*** Maßstab: 1:1500000. In Oktav gefalzt und in Umschlag 1 Mk. — Auf Leinen gespannt mit Stäben zum Aufhängen	2	25

Welt- und kulturgeschichtliche Werke.

	M.	Pf.
Weltgeschichte, herausgegeben von Dr. ***Hans F. Helmolt.*** Mit 55 Karten und 178 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt. Gebunden, in 9 Halblederbänden . . . . je	10	—
Meyers Historischer Handatlas. Mit 62 Hauptkarten, vielen Nebenkärtchen, einem Geschichtsabriß in tabellarischer Form und 10 Registerblättern. Gebunden, in Leinen	6	—
Das Deutsche Volkstum, herausgegeben von Prof. Dr. ***Hans Meyer.*** *Zweite Auflage.* Mit 1 Karte u. 43 Tafeln in Farbendruck, Ätzung u. Holzschnitt. Gebunden, in 2 Leinenbänden zu je 9,50 Mk. — in 1 Halblederband	18	—
Urgeschichte der Kultur, von Dr. ***Heinrich Schurtz.*** Mit 434 Abbildungen im Text, 1 Karte und 23 Tafeln in Farbendruck, Tonätzung und Holzschnitt. Gebunden, in Halbleder	17	—
Geschichte der Deutschen Kultur, von Prof. Dr. ***Georg Steinhausen.*** *Zweite, neubearbeitete Auflage.* Mit etwa 205 Abbildungen im Text und 22 Tafeln in Farbendruck und Kupferätzung. (In Vorbereitung.) Gebunden, in 2 Leinenbänden . . . . je	10	—
Natur und Arbeit. Eine allgemeine Wirtschaftskunde. Von Prof. Dr. ***Alwin Oppel.*** Mit 218 Textabbildungen, 23 Kartenbeilagen und 24 Tafeln in Farbendruck, Ätzung u. Holzschnitt. Gebund., in 2 Leinenbänden je 10 Mk. — in 1 Halblederband	20	—

Literatur- und kunstgeschichtliche Werke.

	M.	Pf.
Geschichte der Deutschen Literatur, von Prof. Dr. ***Friedr. Vogt*** und Prof. Dr. ***Max Koch.*** *Dritte Auflage.* Mit 173 Abbildungen im Text, 31 Tafeln in Farbendruck, Tonätzung, Kupferstich und Holzschnitt, 2 Buchdruck- und 43 Faksimilebeilagen. Gebunden, in 2 Halblederbänden . . . . . . je	10	—
Geschichte der Englischen Literatur, von Prof. Dr. ***Rich. Wülker.*** *Zweite Auflage.* Mit 229 Abbildungen im Text, 30 Tafeln in Farbendruck, Tonätzung, Kupferstich und Holzschnitt und 15 Faksimilebeilagen. Gebunden, in 2 Halblederbänden . . . . je	10	—
Geschichte der Italienischen Literatur, von Prof. Dr. ***B. Wiese*** und Prof. Dr. ***E. Pèrcopo.*** Mit 158 Textabbildungen und 31 Tafeln in Farbendruck, Kupferätzung und Holzschnitt und 8 Faksimilebeilagen. Geb., in Halbleder	16	—

	M.	Pf.
Geschichte der Französischen Literatur, von Professor Dr. ***Hermann Suchier*** und Prof. Dr. ***Adolf Birch-Hirschfeld.*** *Zweite Auflage.* Mit etwa 160 Abbildungen im Text, 24 Tafeln in Farbendruck, Kupferätzung und Holzschnitt und 13 Faksimilebeilagen. (In Vorbereitung.) Gebunden, in 2 Leinenbänden . . . . .je	10	—
Weltgeschichte der Literatur, von ***Otto Hauser.*** Mit 62 Tafeln in Farbendruck, Tonätzung und Holzschnitt. Gebunden, in 2 Leinenbänden . . je	10	—
Geschichte der Kunst aller Zeiten und Völker, von Prof. Dr. ***Karl Woermann.*** Mit 1361 Abbildungen im Text und 162 Tafeln in Farbendruck, Tonätzung und Holzschnitt. Gebunden, in 3 Halblederbänden . . je	17	—

Wörterbücher.

	M.	Pf.
Orthographisches Wörterbuch der deutschen Sprache, von Dr. ***Konrad Duden.*** *Achte Auflage.* Gebunden, in Leinen	1	60
Orthographisches Wörterverzeichnis der deutschen Sprache, von Dr. ***Konrad Duden.*** *Zweite Auflage.* Gebunden, in Leinen	—	50
Wörterbuch der deutschen Sprache, von Dr. ***Daniel Sanders.*** Gebunden, in 3 Halblederbänden . . . . je	20	—
Handwörterbuch der deutschen Sprache, von Dr. ***Daniel Sanders.*** *Achte,* von Dr. ***J. Ernst Wülfing*** *neubearbeitete Auflage.* Gebunden, in Leinen	10	—

Technik.

	M.	Pf.
Moderne Technik. Die wichtigsten Gebiete der Maschinentechnik und Verkehrstechnik allgemeinverständlich dargestellt und erläutert durch zerlegbare Modelle. Herausgegeben von Ingenieur ***Hans Blücher.*** Mit 1391 Abbildungen im Text und 15 zerlegbaren Modellen. Gebunden, in 2 Leinenbänden . .	40	—

Meyers Klassiker-Bibliothek.

	M.	Pf.
Arnim, herausgeg. von *J. Dohmke,* 1 Band	2	—
Brentano, herausg. von *J. Dohmke,* 1 Band	2	—
Bürger, herausg. von *A. E. Berger,* 1 Band	2	—
Chamisso, herausg. von *H. Tardel,* 3 Bände	6	—
Eichendorff, herausg. von *R. Dietze,* 2 Bände	4	—
Freiligrath, herausg. von *P. Zaunert,* 2 Bände	4	—
Gellert, herausg. von *A. Schullerus,* 1 Band	2	—
Goethe, herausgegeben von *K. Heinemann,* kleine Ausgabe in 15 Bänden . . .	30	—
— große Ausgabe in 30 Bänden . . .	60	—
Grabbe, herausgegeben von *A. Franz* und *P. Zaunert,* 3 Bände	6	—
Grillparzer, herausg. von *R. Franz,* 5 Bände	10	—
Gutzkow, herausgeg. von *P. Müller,* 4 Bände	8	—
Hauff, herausg. von *M. Mendheim,* 4 Bände	8	—
Hebbel, herausgeg. von *K. Zeiß,* 4 Bände .	8	—
Heine, herausgeg. von *E. Elster,* 7 Bände .	16	—
Herder, herausg. von *Th. Matthias,* 5 Bände	10	—
E. T. A. Hoffmann, herausg. von *V. Schweizer* und *P. Zaunert,* 4 Bände	8	—
Immermann, herausg. von *H. Mayne,* 5 Bände	10	—
Jean Paul, herausg. von *R. Wustmann,* 4 Bde.	8	—
Kleist, herausgegeben von *E. Schmidt,* 5 Bde.	10	—
Körner, herausg. von *H. Zimmer,* 2 Bände	4	—
Lenau, herausg. von *C. Schaeffer,* 2 Bände	4	—
Lessing, herausg. von *G. Witkowski,* 7 Bde.	14	—
O. Ludwig, herausg. von *V. Schweizer,* 3 Bände	6	—
Mörike, herausgeg. von *H. Maync,* 3 Bände	6	—
Nibelungenlied, herausg. von *G. Holz,* 1 Bd.	2	—
Novalis u. Fouqué, herausg. v. *J. Dohmke,* 1 Bd.	2	—
Platen, herausgegeben von *G. A. Wolff* und *V. Schweizer,* 2 Bände	4	—
Reuter, herausgegeben von *W. Seelmann,* kleine Ausgabe, 5 Bände	10	—
— große Ausgabe, 7 Bände	14	—
Rückert, herausg. von *G. Ellinger,* 2 Bände	4	—
Schiller, herausgegeben von *L. Bellermann,* kleine Ausgabe in 8 Bänden . . .	16	—
— große Ausgabe in 14 Bänden . . .	28	—
Shakespeare, *Schlegel-Tieck*sche Übersetzung. Bearbeitet von *A. Brandl.* 10 Bände	20	—
Tieck, herausgeg. von *G. L. Klee,* 3 Bände	6	—
Uhland, herausgeg. von *L. Fränkel,* 2 Bände	4	—
Wieland, herausgeg. von *G. L. Klee,* 4 Bände	8	—

—— *In Leineneinband; für Halblederinband sind die Preise um die Hälfte höher.* ——

Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig.